

U.S. Department
of Transportation
Federal Aviation
Administration

FAA-H-8083-3A

Manual de Vuelo del Avión







AIRPLANE FLYING HANDBOOK

2004

U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION
FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION
Flight Standards Service

PRÓLOGO

El *Manual de Vuelo del Avión* está diseñado como un manual técnico para presentar habilidades y conocimientos básicos al piloto que son esenciales para volar aviones. Proporciona información sobre la transición a otros aviones y la operación de diversos sistemas del avión. Está desarrollado por el Flight Standards Service, Airman Testing Standards Branch, en cooperación con varios educadores e industria de la aviación.

Este manual ha sido desarrollado para ayudar a los alumnos pilotos que están aprendiendo a volar aviones. También es beneficioso para los pilotos que deseen mejorar su nivel de vuelo y conocimientos aeronáuticos, pilotos preparándose para certificados o habilitaciones adicionales, y los instructores de vuelo dedicados a la instrucción del alumno y habilitaciones de pilotos. Introduce al futuro piloto al reino del vuelo y proporciona información y orientación en el cumplimiento de los procedimientos y maniobras requeridas para la certificación de piloto. Temas tales como navegación y comunicaciones, meteorología, utilización de las publicaciones de información de vuelo, regulaciones, y toma de decisiones aeronáuticas están disponibles en otras publicaciones de la Administración Federal de Aviación (FAA).

Este manual se ajusta a la formación de pilotos y los conceptos de certificación establecidos por la FAA. Hay diferentes formas de enseñanza, así como la realización de los procedimientos y maniobras de vuelo, y muchas variaciones en las explicaciones de las teorías y principios aerodinámicos. Este manual adopta un método y concepto selectivo de volar aviones. La discusión y explicaciones reflejan las prácticas y principios más utilizados. Ocasionalmente la palabra "debe" o lenguaje similar se utiliza cuando la acción deseada se considera crítica. La utilización de tal lenguaje no tiene la intención de ampliar, interpretar, o aliviar responsabilidades impuestas por las Regulaciones Federales.

Es esencial para las personas que utilizan este manual también conocer y aplicar las partes pertinentes de las Regulaciones y el *Manual de Información Aeronáutica (AIM).* El AIM está disponible en línea en **http://www.faa.gov/atpubs.** Las normas de ejecución para demostrar la competencia requerida para la certificación de piloto se prescriben en la norma de prueba práctica del avión apropiado.

La FAA reconoce en gran medida la valiosa asistencia prestada por muchas personas y organizaciones en toda la comunidad de la aviación cuya experiencia contribuyó a la preparación de este manual.

Este manual reemplaza FAA-H-8083-3, *Airplane Flying Handbook*, de fecha 1999. Este manual también reemplaza al AC 61-9B, *Pilot Transition Courses for Complex Single-Engine and Light Twin-Engine Airplanes*, de fecha 1974; y partes relacionadas con AC 61-10A, *Private and Commercial Pilots Refresher Courses*, de fecha 1972. Esta revisión expande todas las áreas técnicas de la edición anterior, FAA-H-8083-3. También incorpora nuevas áreas de problemas de seguridad e información técnica no cubierta anteriormente. Se han eliminado los capítulos relativos a la transición a hidroaviones y aviones con ski. Estos serán incorporados en un nuevo manual (en desarrollo), FAA-H-8083-23, *Seaplane, Skiplane and Float/Ski Equipped Helicopter Operations Handbook.*

Este manual está disponible para su descarga desde el sitio Web del Flight Standards Service en **http://av-info.faa.gov.** Este sitio web también proporciona información acerca de la disponibilidad de ejemplares impresos.

Este manual ha sido publicado por el U.S. Department of Transportation, Federal Aviation Administration, Airman Testing Standards Branch, AFS-630, P.O. Box 25082, Oklahoma City, OK 73125.

AC 00-2, Advisory Circular Checklist, transmite el estado actual de las circulares de asesoramiento de la FAA y otras publicaciones de información de vuelo. Disponible en Internet en **http://www.faa.gov/aba/html_policies/ac00_2.html.**

Versión libre traducida al español en Argentina por JR.
No se tradujeron capítulos relativos a la transición a aeronaves más complejas; si desea hacer transición a ese tipo de aeronaves debería aprender idioma inglés y remitirse al manual original.

CONTENIDO

Capítulo 13 – Transición a Aeronaves con Rueda de Cola

Capítulo 16 – Procedimientos de Emergencia

Capítulo 1

Introducción al Entrenamiento de Vuelo

PROPÓSITO DEL ENTRENAMIENTO DE VUELO

El propósito general de la instrucción de vuelo primario e intermedio, como se indica en este manual, es la adquisición y perfeccionamiento de **habilidades básicas de pilotaje.** La **aptitud para el vuelo** se puede definir como:

- Un buen conocimiento de los principios del vuelo,
- La capacidad de operar un avión con competencia y precisión tanto en el suelo como en el aire, y
- El ejercicio de sano juicio que se traduce en una óptima seguridad y eficiencia operacional.

Aprender a volar un avión a menudo ha sido comparado con aprender a conducir un automóvil. Esta analogía es engañosa. Dado que un avión opera en un entorno diferente, tridimensional, se requiere un tipo de desarrollo de habilidades motoras que es más sensible a esta situación, tales como:

- **Coordinación -** La capacidad de utilizar manos y pies juntos inconscientemente y en la relación adecuada para producir los resultados deseados en el avión.
- **Timing -** La aplicación de coordinación muscular en el momento adecuado para hacer el vuelo y maniobras al mismo tiempo, un buen proceso constante suave.
- **Control con el toque -** La capacidad de percibir la acción del avión y sus acciones probables en el futuro inmediato, relativas a la actitud y las variaciones de velocidad, detectando y evaluando las variaciones de presión y la resistencia de las superficies de control transmitidas a través de los controles de vuelo.
- **Sentido de velocidad -** La capacidad de detectar al instante y reaccionar a cualquier variación razonable de velocidad.

El piloto se convierte en uno con el avión en lugar de ser un operador de la máquina. Un aviador realizado demuestra la capacidad de evaluar una situación con rapidez y precisión, y deducir el procedimiento correcto a seguir en la circunstancia; analizar con precisión los resultados probables de un determinado conjunto de circunstancias o de un procedimiento propuesto; ejecutar con cuidado con respecto a la seguridad; medir con precisión el rendimiento del avión; y reconocer las limitaciones personales y las limitaciones del avión y evitar acercarse a los puntos críticos de cada uno. El desarrollo de habilidades de pilotaje requiere esfuerzo y dedicación tanto por parte del alumno piloto como del instructor de vuelo, comenzando con el primer vuelo de entrenamiento donde comienza la formación de hábitos adecuado con el estudiante siendo introducido a las buenas prácticas de operación.

Cada avión tiene sus propias características de vuelo particulares. El propósito del entrenamiento de vuelo primario e intermedio, sin embargo, no es para aprender a volar una marca y modelo de avión. El propósito subyacente del entrenamiento es el desarrollo de habilidades y hábitos seguros que son transferibles a cualquier avión. Las habilidades básicas de pilotaje sirven como base sólida para ello. El piloto que ha adquirido las habilidades necesarias de pilotaje durante el entrenamiento, y demuestra estas habilidades volando aviones de entrenamiento con precisión y hábitos de vuelo seguros, podrá realizar fácilmente la transición a aviones más complejos y de mayor performance. También hay que recordar que el objetivo de la instrucción de vuelo es un piloto seguro y competente, y que la aprobación de los exámenes prácticos requeridos para la certificación de piloto es sólo incidental a este objetivo.

ROL DEL INSTRUCTOR DE VUELO

El instructor de vuelo es la piedra angular de la seguridad aérea. Se ha adoptado un concepto de formación operativa que pone toda la responsabilidad de la formación del estudiante en el instructor de vuelo autorizado. En este rol, el instructor asume la responsabilidad total de la formación del alumno piloto en todas las áreas de conocimiento y habilidades necesarias para operar de manera segura y competente

como piloto certificado. Esta formación incluirá habilidades de pilotaje, juicio y toma de decisiones del piloto, y buenas prácticas de operación.

Un instructor de vuelo certificado tiene que cumplir con amplios requisitos de experiencia de vuelo, pasar exámenes de conocimiento y prácticos, y demostrar la capacidad de aplicar técnicas de enseñanza antes de ser certificado. Además, el certificado de instructor de vuelo debe ser renovado cada 24 meses, mostrando el éxito en la formación de pilotos, o completando satisfactoriamente un curso de actualización de instructor de vuelo o un examen práctico destinado a actualizar los conocimientos aeronáuticos, competencia del piloto, y las técnicas de enseñanza.

Un programa de formación de pilotos depende de la calidad de la instrucción en tierra y en vuelo que recibe el alumno piloto. Un buen instructor tendrá una buena comprensión del proceso de aprendizaje, conocimiento de los fundamentos de la enseñanza, y la capacidad de comunicarse de manera efectiva con el alumno piloto.

Un buen instructor de vuelo utilizará un programa de estudios e insistirá en las técnicas y procedimientos correctos desde el principio del entrenamiento para que el alumno desarrolle hábitos adecuados. El plan de estudios debe incorporar un método de instrucción, con el que el alumno progresa de lo conocido a lo desconocido. El curso de la instrucción debe ser presentado de manera que cada nueva maniobra incluya los principios involucrados en la ejecución de las llevadas a cabo con anterioridad. En consecuencia, a través de cada tema nuevo introducido, el alumno no sólo aprende un nuevo principio o técnica, sino que amplía la aplicación de lo previamente aprendido y hace evidente las deficiencias en las maniobras anteriores.

Los hábitos de vuelo del instructor, tanto durante la instrucción de vuelo como la observada por los alumnos al realizar otras operaciones, tienen un efecto importante en la seguridad. Los alumnos consideran a su instructor de vuelo como un modelo competente cuyos hábitos de vuelo intentan imitar, en forma consciente o inconsciente. Por esta razón, un buen instructor de vuelo cumplirá meticulosamente las prácticas de seguridad que les enseña a los alumnos. Además, un buen instructor de vuelo cumplirá cuidadosamente todas las normas y prácticas de seguridad reconocidas durante todas las operaciones de vuelo.

En general, el alumno piloto que se inscribe en un curso de piloto está dispuesto a dedicar tiempo, esfuerzo y dinero en la búsqueda de una licencia de piloto. El alumno puede tender a juzgar la efectividad del instructor de vuelo, y el éxito general del programa de formación de piloto, exclusivamente en términos de ser capaz de pasar la prueba práctica necesaria. Un buen instructor de vuelo, sin embargo, será capaz de comunicar al alumno que la evaluación a través de pruebas prácticas es una mera muestra de la capacidad de piloto que se comprime en un corto período de tiempo. El rol del instructor de vuelo, sin embargo, es la formación de un piloto "completo".

EXÁMENES PRÁCTICOS ESTANDAR

Los exámenes prácticos para pilotos y las habilitaciones son administrados por inspectores designados de conformidad con las regulaciones. Estas especifican las áreas de operación de conocimiento y habilidades que deben ser demostradas por el alumno.

Se debe enfatizar que el libro de exámenes estándar es un documento de examen en lugar de un documento de enseñanza. Un instructor de vuelo debidamente habilitado es responsable de entrenar a un alumno piloto a los estándares aceptables en todas las áreas de materia, procedimientos y maniobras incluidas en las tareas dentro de cada área de operación. Descripciones de las tareas y la información sobre cómo realizar maniobras y procedimientos están contenidas en los documentos de referencia y enseñanza, como este manual.

PRÁCTICAS DE SEGURIDAD EN VUELO

En aras de la seguridad y la formación de buenos hábitos, hay ciertas prácticas y procedimientos de seguridad en vuelo básicos que deben ser remarcadas por el instructor de vuelo, y respetadas tanto por instructor como alumno, comenzando con el primer vuelo de instrucción. Estos incluyen, pero no se limitan a, los procedimientos de prevención de colisiones incluyendo las técnicas adecuadas de escaneo y procedimientos de observación, prevención de incursión en la pista, reconocimiento de la pérdida, transferencia positiva de los controles y la gestión de carga de trabajo de la cabina.

Prevención de colisiones

Todos los pilotos deben estar atentos a la posibilidad de colisión en el aire, cercanía de colisiones en vuelo. Las reglas de vuelo y operación general establecen el concepto de "ver y evitar". Este concepto requiere que la vigilancia se mantendrá en todo momento, por cada persona que opere una aeronave con independencia de que la operación se lleve a cabo bajo las reglas de vuelo por instrumentos (IFR) o reglas de vuelo visual (VFR). Los pilotos también deben tener en mente su responsabilidad de mantener permanentemente la vigilancia sin

importar el tipo de avión que está volando y el propósito del vuelo. La mayoría de los accidentes de colisión en el aire y los incidentes reportados de casi colisión en el aire ocurren en buenas condiciones meteorológicas VFR y durante las horas de luz. La mayoría de estos accidentes/incidentes ocurren dentro de las 5 millas de un aeropuerto y/o cerca de ayudas a la navegación.

El concepto "ver y evitar" se basa en el conocimiento de las limitaciones del ojo humano, y el uso de técnicas adecuadas de exploración visual para ayudar a compensar estas limitaciones. La importancia de, y las técnicas adecuadas para, la exploración visual se le debe enseñar a un alumno piloto al comienzo mismo de la instrucción.

Hay muchos tipos diferentes de procedimientos de observación. La mayoría se centran en el uso de virajes. La idea esencial de estos virajes es tener la certeza de que la siguiente maniobra no va ingresar en la trayectoria de vuelo otro avión. Algunos programas de entrenamiento de pilotos tienen reglas muy estrictas, como exigir dos virajes de 90° en sentido contrario antes de ejecutar cualquier maniobra. Otros tipos de procedimientos pueden ser desarrollados por los instructores. Sea cual sea el método preferido, el instructor de vuelo debe enseñar al alumno un procedimiento de observación eficaz e insistir en su uso. El alumno piloto debe ejecutar el procedimiento adecuado antes de todos los virajes y antes de ejecutar cualquier maniobra de entrenamiento. Procedimientos de observación adecuados, combinados con técnicas adecuadas de escaneo visual, son la estrategia más eficaz para la prevención de colisiones.

Prevención de incursión en pista

Una incursión en pista es cualquier hecho en un aeródromo que implica una aeronave, vehículo, persona u objeto en el suelo que crea un peligro de colisión o resulta en una pérdida de separación con un avión despegando, aterrizando, o que tiene previsto aterrizar. Las tres áreas principales que contribuyen a la incursión en pista son:

- Comunicaciones,
- Conocimiento del aeropuerto, y
- Procedimientos en cabina para mantener la ubicación.

Las operaciones de rodaje requieren una vigilancia constante por parte de toda la tripulación, y no sólo el piloto que lleva el avión en rodaje. Esto se aplica especialmente durante las operaciones de entrenamiento. Tanto el alumno como el instructor tienen que estar continuamente al tanto de los movimientos y la ubicación de otras aeronaves y vehículos terrestres en el área de movimiento del aeródromo. Muchas actividades de instrucción se llevan a cabo en aeródromos no controlados. La ausencia de una torre de control operativa crea la necesidad de una mayor vigilancia por parte de los pilotos que operan en esos aeródromos.

La planificación, comunicaciones claras, y una mayor conciencia de la situación durante las operaciones de superficie de aeropuertos reducen el potencial de incidentes en superficie. La operación segura de aeronaves se puede lograr y los incidentes se eliminan si el piloto está entrenado adecuadamente desde el principio y si, a lo largo de su carrera, realiza los procedimientos y prácticas operativas estándar de rodaje. Esto requiere el desarrollo de una enseñanza formal de las prácticas de operación segura durante las operaciones de rodaje. El instructor es la clave en esta enseñanza. El instructor de vuelo debe inculcar en los alumnos una conciencia de las posibilidades de incursión en pista, y debe enfatizar los procedimientos para evitar incursiones en las pistas

Reconocimiento de la pérdida

Las regulaciones requieren que un alumno reciba entrenamiento en pérdidas y recuperación de pérdidas antes del vuelo solo. Durante este entrenamiento, el instructor debe enfatizar que la causa directa de cada pérdida es un excesivo ángulo de ataque. El alumno debe entender plenamente que hay gran cantidad de maniobras de vuelo que pueden producir un aumento en el ángulo de ataque del ala, pero la pérdida no se produce hasta que el ángulo de ataque se vuelve excesivo. Este ángulo de ataque "crítico" varía de 16 a 20°, dependiendo del diseño del aeroplano.

El instructor debe destacar que no es necesario baja velocidad para producir una pérdida de sustentación. El ala puede ser llevada a un ángulo de ataque excesivo a cualquier velocidad. Una actitud de cabeceo muy arriba no es indicación absoluta de proximidad a la pérdida. Algunos aviones son capaces de volar en vertical con un bajo ángulo de ataque. La mayoría de los aviones son capaces de entrar en pérdida estando nivelados o en posición de cabeceo casi nivelados.

La clave para reconocer una pérdida es la habilidad del piloto para visualizar el ángulo de ataque del ala en cualquier circunstancia particular, y por lo tanto ser capaz de estimar el margen de seguridad por encima de la pérdida. Esta es una habilidad que debe ser aprendida a principios de la instrucción y llevada a través de toda la carrera de piloto. El piloto debe entender y apreciar factores como la velocidad, la actitud de cabeceo, el factor de carga, el viento relativo, el ajuste de potencia y configuración de la aeronave a fin de desarrollar una imagen mental razonablemente precisa del ángulo de ataque del ala en un momento particular. Es esencial

para la seguridad de vuelo que el piloto tenga en cuenta esta imagen del ángulo de ataque antes de entrar en cualquier maniobra de vuelo.

Uso de listas de verificación

Las listas de verificación han sido la base de la estandarización de pilotos y la seguridad en cabina durante años. La lista de verificación es una ayuda para la memoria y asegura que los elementos críticos necesarios para la operación segura de las aeronaves no se pasen por alto o se olviden. Sin embargo, las listas de verificación no tienen ningún valor si el piloto no está comprometido con su uso. Sin disciplina y dedicación a la utilización de la lista de verificación en el momento apropiado, las probabilidades están de parte del error. Los pilotos que no toman en serio las listas de verificación solo pueden confiar en la memoria.

La importancia del uso consistente de listas de control no puede ser exagerada en la formación de pilotos. Un objetivo principal en la instrucción de vuelo primario es establecer patrones de hábitos que les servirán a los pilotos durante toda su carrera. El instructor debe promover una actitud positiva hacia el uso de listas de control, y el alumno debe reconocer su importancia. Como mínimo, las listas de verificación preparadas deben utilizarse para las siguientes fases del vuelo.

- Inspección previa al vuelo.
- Antes del arranque del motor.
- Arranque del motor.
- Antes del rodaje.
- Antes del despegue.
- Después del despegue.
- Crucero.
- Descenso.
- Antes del aterrizaje.
- Después del aterrizaje.
- Parada del motor y estacionamiento.

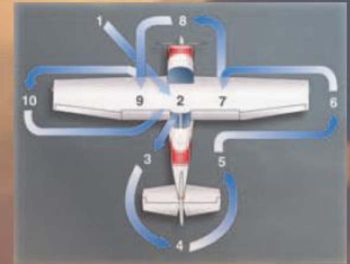
Transferencia positiva del control

Durante la instrucción de vuelo, siempre debe haber un claro entendimiento entre alumno e instructor sobre quién tiene el control de la aeronave. Previo a un vuelo de instrucción, debe llevarse a cabo una reunión informativa que incluya el procedimiento para el intercambio de los controles de vuelo. Se recomienda el siguiente proceso de tres pasos para el intercambio de los controles de vuelo.

Cuando un instructor quiere que el alumno tome el control de la aeronave, debe decirle al alumno, "Usted tiene los controles." El alumno debe reconocer inmediatamente diciendo: "Tengo los controles." El instructor confirma diciendo otra vez: "Usted tiene los controles." Parte del procedimiento debe ser una comprobación visual para asegurarse de que la otra persona en realidad tiene los controles de vuelo. Al devolver los controles al instructor, el alumno debe seguir el mismo procedimiento que el instructor utiliza cuando da el control al alumno. El alumno piloto debe mantener los controles hasta que el instructor dice: "Tengo los controles de vuelo." Nunca debe haber ninguna duda en cuanto a quién está volando el avión en un momento dado. Muchos accidentes han ocurrido debido a la falta de comunicación o malentendidos en cuanto a quién tenía en realidad el control de la aeronave, en particular entre los alumnos e instructores de vuelo. Estableciendo el procedimiento anterior durante la formación inicial se asegurará la formación de un hábito muy beneficioso.

Capítulo 2

Operaciones en Tierra



INSPECCIÓN VISUAL

La realización de un vuelo seguro comienza con una inspección visual cuidadosa del avión. El objetivo de la inspección visual previa al vuelo es doble: determinar que el avión es legalmente aeronavegable y, que está en condiciones para el vuelo seguro. El mantenimiento de la aeronavegabilidad de la aeronave se determina, en parte, por los siguientes certificados y documentos, que deberán hallarse a bordo del avión cuando se opera. [Figura 2-1]

- Certificado de aeronavegabilidad.
- Certificado de matriculación.
- Licencia de estación de radio, si lo requiere el tipo de operación.
- Limitaciones operativas del avión, que pueden estar en forma de un Manual de Vuelo del Avión y/o el Manual de Operaciones del Piloto (AFM/POH) aprobados, carteles, marcas en instrumentos, o cualquier combinación de los mismos.

No se requiere que los registros del avión estén abordo cuando se opera. Sin embargo, deben ser inspecciona-dos antes del vuelo para demostrar que el avión ha recibido las inspecciones requeridas. Se requiere que se mantengan registros de mantenimiento de la estructura del avión y del motor. También puede haber registros adicionales de hélices.

Como mínimo, debe haber una inspección anual dentro de los 12 meses anteriores. Además, el avión también puede requerir tener una inspección de 100 horas, de acuerdo a las Regulaciones.

Si se va a utilizar un transpondedor, se requiere que sea inspeccionado dentro de los 24 meses anteriores. Si el avión es operado bajo reglas de vuelo por instrumentos (IFR) en espacio aéreo controlado, también se requiere que el sistema estático-pitot sea inspeccionado en los 24 meses anteriores.

El transmisor de localización de emergencia (ELT) también debe ser revisado. El ELT se alimenta con batería, y la sustitución o la fecha de recarga de la batería no debe superarse.

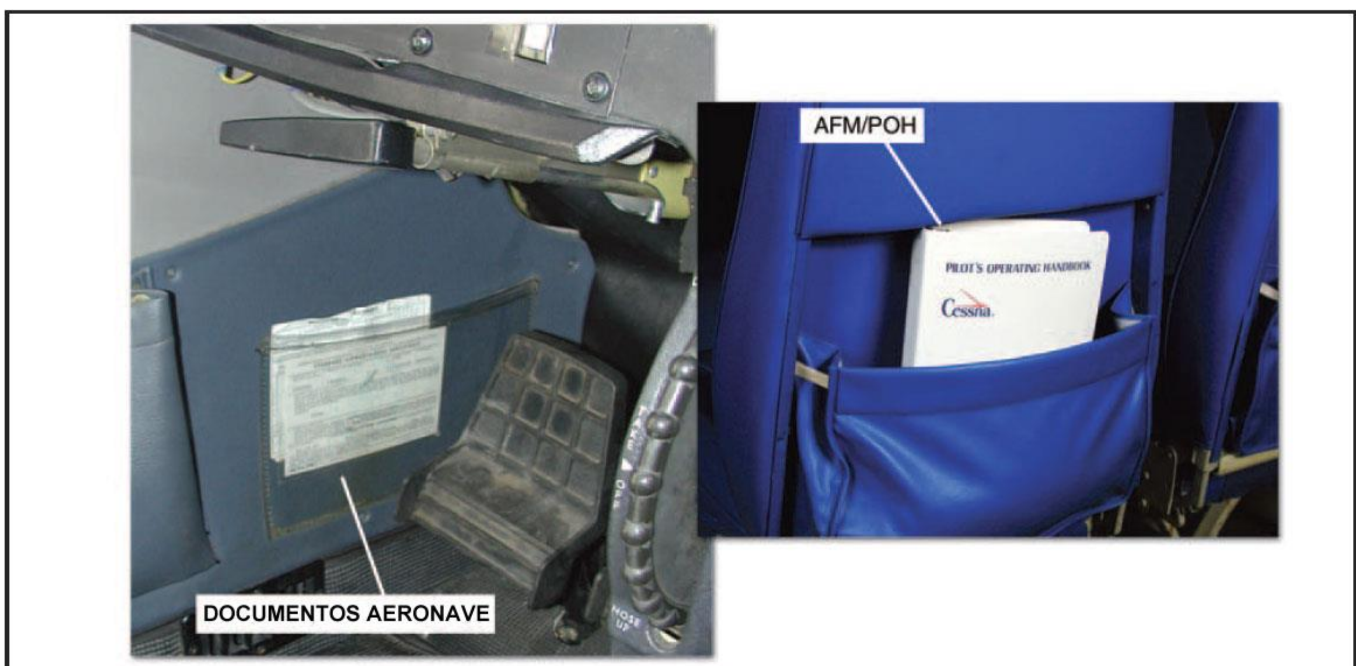


Figura 2-1. Documentos de la aeronave y AFM/POH.

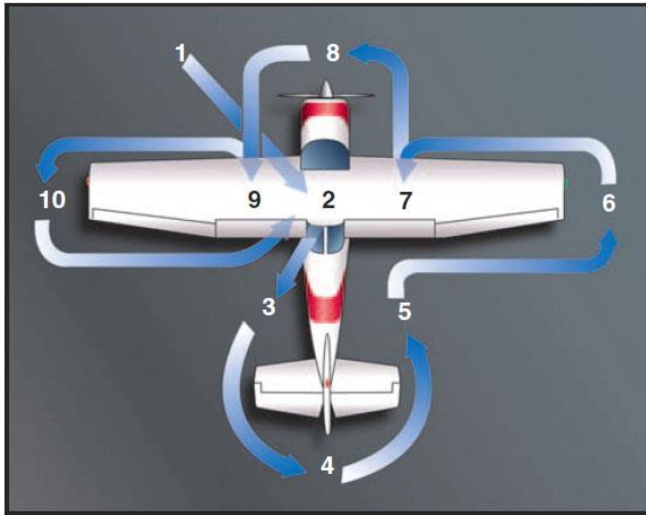


Figura 2-2. Inspección previa al vuelo.

Las Directivas de Aeronavegabilidad (AD) tienen diferentes intervalos de cumplimiento y por lo general se lleva un registro en áreas separadas de estructura del avión correspondiente, motor, o hélice.

La determinación de si el avión está en condiciones para el vuelo seguro se hace con una inspección pre-vuelo de la aeronave y sus componentes. [Figura 2-2] La inspección previa al vuelo se debe realizar de acuerdo con una lista de verificación impresa provista por el fabricante del avión para la marca y modelo específico de avión. Sin embargo, las siguientes áreas generales son aplicables a todos los aviones.

La inspección previa al vuelo del avión debe comenzar mientras se aproxima al avión en plataforma. El piloto debe tomar nota del aspecto general del avión, en busca de discrepancias evidentes, como un tren de aterrizaje fuera de alineación, distorsión estructural, daños en el recubrimiento, y fugas de combustible o aceite. Al llegar al avión, todos los amarres, bloqueos de controles y calzos deben ser removidos.

Dentro de la cabina

La inspección debe comenzar con la puerta de la cabina. Si la puerta es difícil de abrir o cerrar, o si la alfombra o los asientos estén mojados de una lluvia reciente, hay una buena probabilidad de que la puerta, fuselaje, o ambos estén desalineados. Esto puede ser un

Figura 2-3. Dentro de la cabina.



Figura 2-4. Selector de combustible y primer.

signo de daño estructural.

El parabrisas y ventanas laterales deben ser examinados en busca de grietas y/o cuarteo. El cuarteo es la primera etapa de la delaminación del plástico. El cuarteo disminuye la visibilidad, y una ventana muy cuarteada puede dar lugar a visibilidad casi cero debido a la refracción de la luz en ciertos ángulos de sol.

El piloto debe comprobar los asientos, guías de los asientos y puntos de amarre del cinturón de seguridad por desgaste, grietas y capacidad de servicio. Los orificios del riel del asiento donde ajustan las trabas del asiento también se deben revisar. Los agujeros deben ser redondos y no ovalados. El pasador y agarres del riel del asiento también deben ser revisados por desgaste y capacidad de servicio.

Dentro de la cabina, tres elementos clave que deben ser controlados son: (1) interruptores de batería y encendido-off, (2) bloqueo de columna de control-*removido*, (3) mando del tren de aterrizaje-*abajo y trabado.* [Figura 2-3]

El selector de combustible debe ser comprobado por correcta operación en todas las posiciones, incluyendo la posición OFF. Selectores duros, o los que la posición del depósito es difícil de encontrar, son inaceptables. El primer (cebador) también debe ser comprobado. El piloto debe sentir resistencia cuando el primer es



Figura 2-5. Velocímetro, VSI y compás magnético.



Figura 2-6. Inspección del ala y sección de cola.

sacado y empujado. El primer también debe bloquearse de forma segura. Un primer defectuoso puede interferir con la operación correcta del motor. [Figura 2-4] Los mandos del motor también deben ser manipulados moviendo lentamente cada uno a través de todo su recorrido para verificar rigidez o trabas.

El velocímetro deberá estar debidamente marcado, y la aguja del indicador debe estar en cero. Si no lo hace, el instrumento puede no estar calibrado correctamente. Igualmente, el indicador de velocidad vertical (VSI) también debería leer cero cuando el avión está en tierra. Si no es así, un destornillador pequeño puede usarse para poner a cero el instrumento. El VSI es el único instrumento de vuelo que el piloto tiene la prerrogativa para ajustar. Todos los demás deben ser ajustados por un técnico o mecánico certificado.

El compás magnético es un instrumento necesario tanto para vuelo VFR como IFR. Debe ser montado de forma segura, con la tarjeta de corrección en su lugar. El instrumento debe estar limpio y la caja del instrumento llena de fluido. Una instrumento borroso, con burbujas en el fluido, o parcialmente lleno hace inutilizable el instrumento. [Figura 2-5]

El indicador de actitud debe comprobarse antes de ser activado. Una neblina blanca en el interior de la cara de vidrio puede ser señal de que el sello ha sido violado, permitiendo que la humedad y suciedad entren en el instrumento.

El altímetro debe compararse con la elevación de la plataforma o del campo después de ajustar la presión barométrica. Si la variación entre la elevación del campo y la indicación del altímetro es más de 75 pies, su precisión es cuestionable.

El piloto debe encender el interruptor principal de la batería y comprobar la indicación del medidor de combustible para comparar con la inspección visual real de los tanques de combustible durante la inspección exterior.

Superficie de alas y sección de cola

El piloto debe inspeccionar para detectar cualquier signo de deterioro, distorsión, y remaches o tornillos

flojos o faltantes, especialmente en la zona donde el recubrimiento se une a la estructura del avión. [Figura 2-6] El piloto debe mirar a lo largo de línea de remaches del larguero de ala, de la punta del ala al fuselaje, por distorsión del recubrimiento. Cualquier ondulación puede ser un indicio de daño o falla interna.

Los remaches de aluminio sueltos o cortados pueden ser identificados por la presencia de óxido negro que se forma rápidamente cuando el remache trabaja libre en su agujero. Aplicando presión a la chapa adyacente al remache ayudar a verificar la condición de soltura del remache.

Cuando se examina la superficie exterior de las alas, se debe recordar que cualquier daño, distorsión, o malformación del borde de ataque del ala convierte el avión en no aeronavegable. Abolladuras graves en el borde de ataque, y elementos en mal estado como las tiras de pérdida y botas de deshielo pueden hacer que el avión sea aerodinámicamente incorrecto. Además, se debe tener especial cuidado al examinar las puntas de las alas. Las puntas de las alas son generalmente de fibra de vidrio. Son fácilmente dañadas y sujetas a fisuras. El piloto debe mirar los agujeros de detención de grietas por evidencia de progresión de la fisura, que puede, en algunas circunstancias, conducir a falla en vuelo de la punta del ala.

El piloto debe recordar que las manchas de combustible en cualquier parte del ala conlleva una investigación, no importa que viejas parezcan ser las manchas. Las manchas de combustible son una señal de probable pérdida de combustible. En los aviones equipados con tanques de combustible integrales, evidencia de fugas de combustible se pueden encontrar a lo largo de las líneas de remaches en la parte inferior del ala.

Combustible y aceite

Debe prestarse particular atención a la cantidad de combustible, el tipo y grado, y la calidad. [Figura 2-7] Muchos tanques de combustible son muy sensibles a la actitud del avión cuando se intenta llenar a su máxima capacidad. La extensión de amortiguador de la rueda delantera, tanto alta como baja, puede alterar significativamente la actitud, y por lo tanto la capacidad de combustible. La actitud del avión también puede verse afectada lateralmente por una plataforma inclinada, dejando una de las alas ligeramente más alta que la otra. Siempre confirme la cantidad de combustible señalada por los medidores de combustible mediante la inspección visual del nivel de cada tanque.

El tipo, grado, y color del combustible son esenciales para una operación segura. El combustible de aviación (AVGAS) ampliamente disponible es el de bajo plomo de 100 octanos o 100LL. El AVGAS se tiñe para facilitar el reconocimiento de su grado y tiene un olor

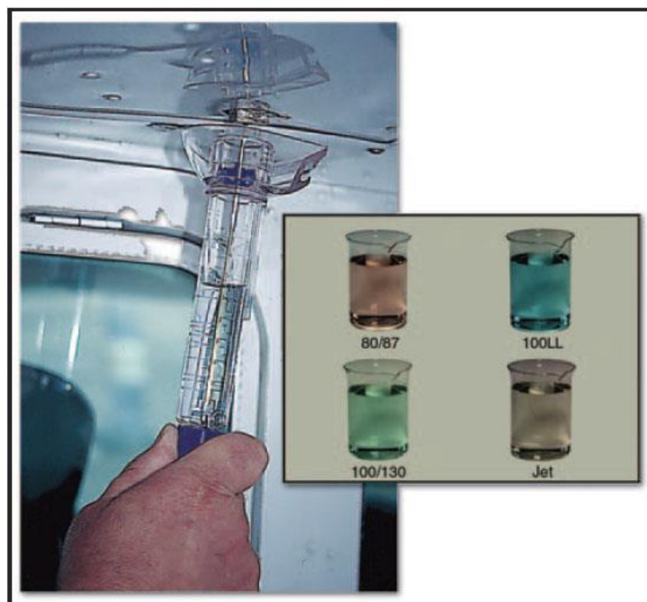


Figura 2-7. Tipos, grados y colores del combustible de aviación.

familiar a nafta. El Jet-A, o combustible para jets, es un combustible a base de kerosene para aviones de turbina. Tiene consecuencias desastrosas cuando se introduce inadvertidamente en motores de pistón. La operación del motor de pistón con combustible jet puede iniciarse y entregar potencia al avión, pero se producirá un fallo debido a que el motor se destruirá por la detonación.

El combustible Jet tiene un aroma distintivo a kerosene y es aceitoso al tacto cuando se frota entre los dedos. El combustible Jet es transparente o de color pajizo, aunque puede aparecer teñido cuando se mezcla en un tanque que contiene AVGAS. Cuando unas pocas gotas de AVGAS se colocan sobre papel blanco, se evaporan rápidamente y dejan sólo trazas de tintura. En comparación, el combustible jet es más lento para evaporar y deja una mancha de grasa. Los camiones de reabastecimiento de combustible Jet y equipos de distribución se señalizarán con carteles JET-A en letras blancas sobre un fondo negro. Los pilotos prudentes supervisan el abastecimiento de combustible para asegurar que los tanques se llenan con la cantidad, tipo y grado correcto de combustible. El piloto siempre debe asegurarse de que las tapas de combustible han sido colocadas con seguridad después de cada carga de combustible.

Motores certificados para AVGAS de grados 80/87 o 91/96 funcionarán satisfactoriamente con 100LL. Lo contrario no es cierto. Combustible de un octanaje o grado menor, si se encuentra, nunca debería sustituir uno de grado superior. La detonación dañará gravemente el motor en un período de tiempo muy corto.

El combustible de automóvil a veces se utiliza como combustible sustituto en algunos aviones. Su uso es aceptable sólo cuando el avión en particular ha recibido un certificado de tipo suplementario (STC) tanto a la estructura del avión como del motor que permite su uso.

La comprobación de contaminación por agua u otros sedimentos es un elemento clave de verificación previa. El agua tiende a acumularse en los tanques de combustible por condensación, en particular en los tanques parcialmente llenos. Dado que el agua es más pesada que el combustible, tiende a acumularse en los puntos bajos del sistema de combustible. El agua también se puede introducir en el sistema de combustible por los sellos de la tapa de tanques deteriorados expuestos a la lluvia o de los tanques de almacenamiento del proveedor y los vehículos de reparto. La contaminación por sedimentos puede surgir por polvo y suciedad que entra en los tanques durante la recarga de combustible, o el deterioro de los tanques de combustible de goma o del sellado del tanque.

La mejor medida preventiva es reducir al mínimo la oportunidad para que el agua se condense en los tanques. Si es posible, los tanques de combustible deben ser llenados completamente con el grado adecuado de combustible después de cada vuelo, o al menos llenados después del último vuelo del día. Cuanto más combustible hay en los tanques, menores son las oportunidades para que se produzca condensación. Mantener los tanques de combustible llenos es también la mejor manera de retardar el envejecimiento de los tanques de combustible de goma y el sellado del tanque.

Suficiente combustible debe ser drenado del filtro de combustible y de cada sumidero del tanque de combustible para comprobar el grado/color, agua, suciedad y olor. Si hay agua presente, por lo general será en gotas, diferentes en color (por lo general clara, a veces barrosa), en la parte inferior de la muestra. En casos extremos, no pase por alto la posibilidad de que toda la muestra, particularmente una muestra pequeña, sea agua. Si se encuentra agua en la primera muestra de combustible, se deben tomar más muestras hasta que no aparezca agua. Cantidades significativas de agua y/o contaminación por sedimentos constantes son motivo de una investigación por parte del personal de mantenimiento calificado. Cada sumidero del tanque de combustible debe ser drenado durante el prevuelo y después del llenado.

La ventilación del tanque de combustible es una parte importante de una inspección previa al vuelo. A menos que el aire exterior sea capaz de entrar en el tanque al consumir combustible, el resultado final será un mal funcionamiento del indicador de combustible y/o insuficiencia de combustible. Durante la inspección previa al vuelo, el piloto debe estar alerta para detectar cualquier signo de daño en la tubería de ventilación, así como el bloqueo de la ventilación. Una prueba de funcionamiento del sistema de ventilación de combustible puede hacerse simplemente mediante la apertura de la tapa de combustible. Si hay una corriente de aire cuando se abre el tapón del depósito de combustible, podría haber un problema serio con el sistema de ventilación.

El nivel de aceite debe ser revisado en cada verificación previa y revisado de nuevo con cada recarga. Se espera que los motores alternativos de aviones puedan consumir una pequeña cantidad de aceite durante el funcionamiento normal. Si el consumo crece o cambia de repente, el personal de mantenimiento cualificado debe investigar. Si el personal de servicio añade aceite al motor, el piloto debe asegurarse de que la tapa del aceite ha sido colocada con seguridad.

Tren de aterrizaje, ruedas y frenos

Los neumáticos deben ser inspeccionados por un inflado apropiado, así como cortes, golpes, desgaste, protuberancias, objetos extraños incrustados, y el deterioro. Como regla general, las ruedas que muestran las telas, y las que tienen flancos agrietados son consideradas no aeronavegables.

Los frenos y sistemas de frenos deben ser revisados por óxido y corrosión, tuercas/pernos sueltos, alineación, desgaste/grietas de los frenos, signos de fugas de fluido hidráulico y líneas hidráulicas por seguridad/abrasión.

Un examen de la rueda de nariz debe incluir el amortiguador de zigzagueo, que está pintado de blanco, y el enlace de torsión, que está pintado de rojo, por el mantenimiento adecuado y el estado general. Todos los amortiguadores del tren de aterrizaje también deben ser revisados por el inflado apropiado.

Motor y hélice

El piloto debe notar la condición del capot del motor. [Figura 2-8] Si las cabezas de los remaches del capot revelan residuo de óxido de aluminio y pintura saltada que rodea e irradia desde la cabeza del remache, es señal de que los remaches han estado rotando hasta que se han alargado los agujeros. Si se permite que continúe, el capot puede llegar a separarse del avión en vuelo.

Ciertas combinaciones de motor/hélice requieren la instalación de un cono de hélice para la refrigeración adecuada del motor. En estos casos, el motor no debe ser operado a menos que el cono esté presente y correctamente instalado. El piloto debe inspeccionar el cono y el plato de montaje por seguridad, cualquier

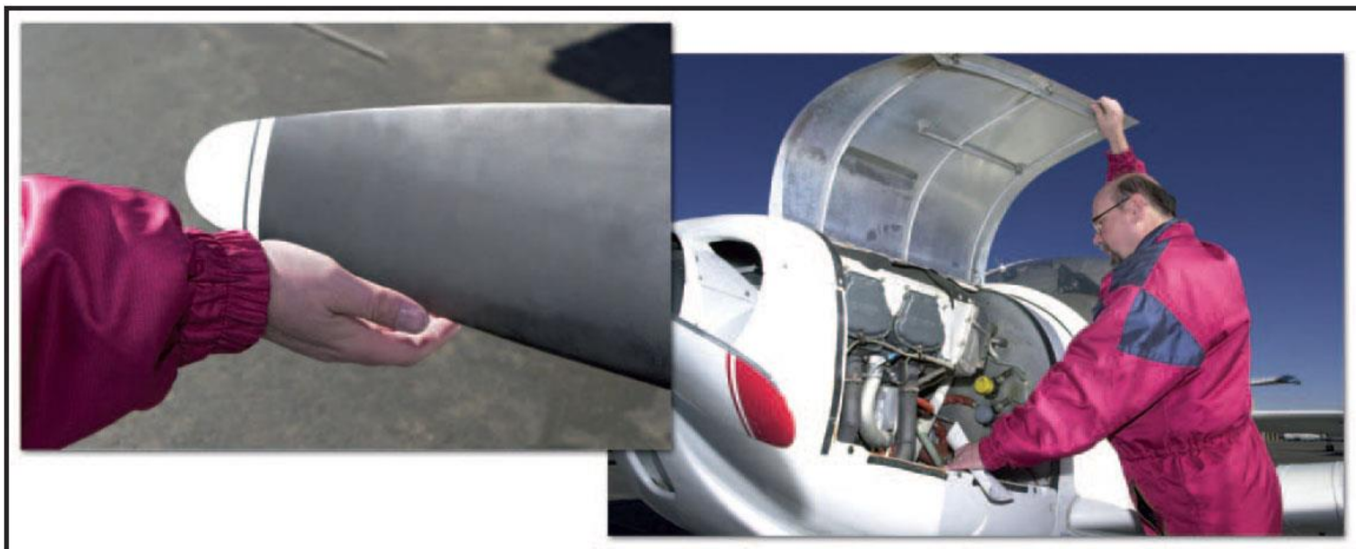


Figura 2-8. Verifique la hélice y el interior del capot.

signo de roce de palas de la hélice y defectos tales como grietas. Un cono agrietado no es aeronavegable.

La hélice debe ser revisada en busca de muescas, grietas, picaduras, corrosión y seguridad. El cubo de la hélice debe ser revisado por fugas de aceite, y la correa del alternador/generador debe ser revisado por la tensión adecuada y signos de desgaste.

Al inspeccionar el interior del capot, el piloto debe buscar signos de manchas de combustible que pueden indicar una fuga de combustible. El piloto debe comprobar si hay fugas de aceite, el deterioro de las tuberías de aceite, y asegurarse de que el tapón de aceite, filtro, enfriador de aceite y tapón de drenaje están seguros. El sistema de escape debe ser revisado para manchas blancas causadas por fugas de escape en la tapa de cilindros o grietas. Las aletas disipadoras de calor también deben comprobarse por la condición general y signos de grietas o fugas.

El filtro de aire debe ser revisado por la condición y ajuste seguro, así como las líneas hidráulicas por deterioro y/o fugas. El piloto también debe comprobar si hay objetos sueltos o extraños dentro del capot, tal como nidos de aves, trapos, y/o herramientas. Todos los cables y líneas visibles deben ser revisados por seguridad y el estado. Y por último, cuando el capot está cerrado, los elementos de fijación del carenado deben ser revisados por seguridad.

GESTIÓN DE LA CABINA

Después de entrar en el avión, el piloto debe asegurarse primero de que todo el equipo necesario, documentos, listas de verificación, y cartas de navegación apropiadas para el vuelo están abordo. Si utiliza intercomunicación portátil, auriculares o un sistema de posicionamiento global de mano (GPS), el piloto es responsable de garantizar que los cables no interfieran con el movimiento o la operación de cualquier control.

Independientemente de qué materiales se van a utilizar, deben estar bien ordenados y organizados de una manera que estén fácilmente disponibles. La cabina debe ser revisada por artículos que podrían ser lanzados si se encuentra turbulencia. Los elementos sueltos deben estar debidamente asegurados. Todos los pilotos deben formarse el hábito de un buen mantenimiento.

El piloto debe ser capaz de ver las referencias dentro y fuera. Si el rango de movimiento de un asiento ajustable es inadecuado, se deben utilizar cojines para proporcionar la posición de asiento adecuada.

Cuando el piloto está sentado cómodamente, se deben ajustar el cinturón de seguridad y el arnés de hombros (si está instalado) en posición cómoda. El arnés de hombro debe usarse por lo menos para el despegue y el aterrizaje, a menos que el piloto no puede alcanzar ni utilizar los mandos con el puesto. El cinturón de seguridad debe usarse en todo momento cuando el piloto está sentado a los mandos.

Si los asientos son ajustables, es importante asegurarse de que estén bloqueados en su posición. Se han producido accidentes como consecuencia del movimiento del asiento durante la aceleración o los cambios de actitud durante los despegues o aterrizajes. Cuando el asiento se mueve repentinamente demasiado cerca o demasiado lejos de los controles, el piloto puede ser incapaz de mantener el control del avión.

Las regulaciones requieren que el piloto se asegure que cada persona a bordo sepa sobre la forma de ajustar y desatar su cinturón de seguridad y, si está instalado, el arnés de hombro. Esto debería ser realizado antes de

arrancar el motor, junto con una introducción a los pasajeros sobre el uso adecuado del equipo de seguridad e información de salida. Los fabricantes de aviones han impreso tarjetas informativas, similares a los utilizados por las compañías aéreas, a fin de complementar la información del piloto.

OPERACIONES EN TIERRA

Es importante que un piloto opere un avión en tierra con seguridad. Esto incluye estar familiarizado con las señales manuales estándar que son utilizadas por el personal de plataforma. [Figura 2-9]

PUESTA EN MARCHA DEL MOTOR

El procedimiento específico para la puesta en marcha del motor no se discutirá aquí, ya que hay tantos métodos diferentes como diferentes motores, sistemas de combustible, y condiciones de arranque. Se deben seguir los procedimientos de las listas de verificación antes de arrancar el motor y arranque del motor. Hay, sin embargo, ciertas precauciones que se aplican a todos los aviones.

Algunos pilotos han arrancado el motor con la cola del avión apuntando hacia una puerta de hangar abierta, autos estacionados, o un grupo de personas. Esto no sólo es descortés, sino que puede resultar en lesiones personales y daño a la propiedad de los demás. La corriente de la hélice puede ser sorprendentemente potente.

Cuando esté listo para arrancar el motor, el piloto debe mirar en todas las direcciones para asegurarse de que nada esté o vaya a estar en las proximidades de la hélice. Esto incluye a las personas cercanas y las aeronaves que podrían ser alcanzados por la corriente de la hélice o de los escombros que podría recoger del suelo. La luz anticolisión debe estar encendida antes de arrancar el motor, incluso durante las operaciones diurnas. Por la noche, las luces de navegación también deben estar encendidas.

El piloto siempre debe decir "LIBRE" por la ventana lateral y esperar una respuesta por parte de las personas que se encuentren cerca antes de activar el motor de arranque.

Cuando se activa el motor de arranque, una mano se debe mantener en el acelerador. Esto permite una respuesta rápida si el motor falla durante el arranque, y permite al piloto retardar rápidamente el acelerador si las revoluciones por minuto (rpm) son excesivas después de arrancar. Un ajuste bajo de rpm (800 a 1000) se recomienda inmediatamente después de arrancar el motor. Es muy indeseable altas rpm inmediatamente después del arranque, ya que habrá una lubricación insuficiente hasta que la presión del aceite

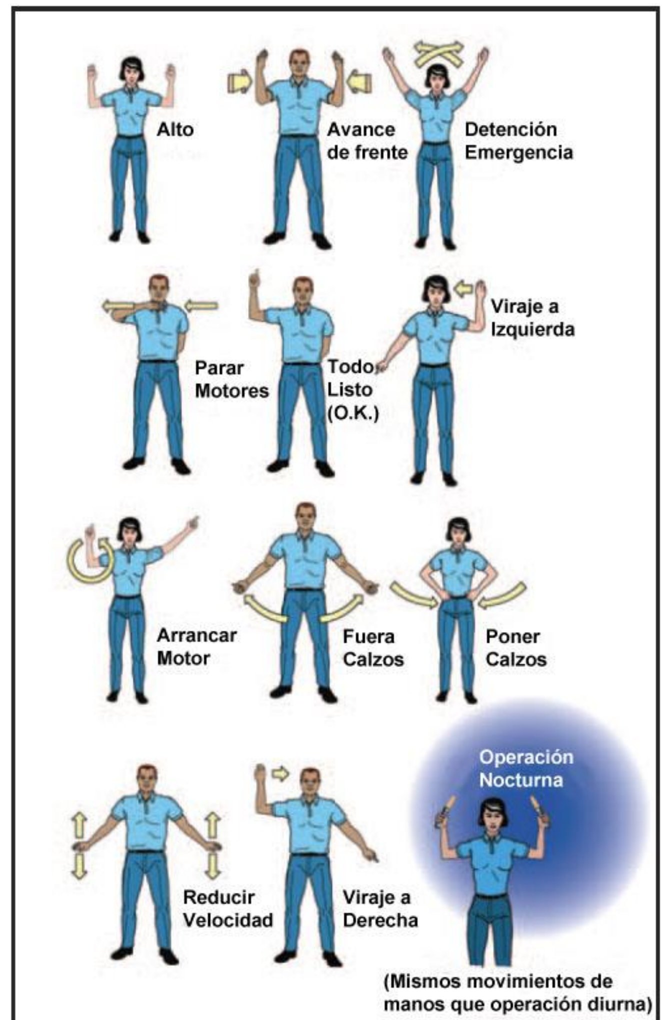


Figura 2-9. Señales de mano estándar.

se eleve. A temperaturas de congelamiento, el motor también estará expuesto a un potencial estrés mecánico hasta que se caliente y se obtenga lecturas operativas internas normales.

Tan pronto como el motor funcione sin problemas, se debe revisar la presión de aceite. Si no llega al valor especificado por el fabricante, el motor puede no estar recibiendo una lubricación adecuada y se debe parar inmediatamente para evitar daños graves.

Aunque es bastante raro, el motor de arranque puede permanecer encendido y enganchado después del arranque del motor. Esto puede ser detectado por un consumo muy alto de corriente continua en el amperímetro. Algunos aviones también tienen una luz de alarma dedicada específicamente para este propósito. El motor debe apagarse inmediatamente si esto ocurre.

Los arrancadores son pequeños motores eléctricos diseñados para extraer grandes cantidades de corriente por períodos cortos de arranque. Si el motor falla en arrancar fácilmente, evite la operación continua del

arranque durante más de 30 segundos sin un período de enfriamiento de al menos 30 segundos a un minuto (algunos AFM/POH especifican aún más tiempo). Su vida útil se acorta drásticamente debido al uso con alta temperatura.

ARRANQUE MANUAL

A pesar de que la mayoría de los aviones están equipados con arranque eléctrico, es útil si un piloto está familiarizado con los procedimientos y peligros involucrados en el arranque de un motor girando la hélice con la mano. Debido a los peligros asociados, este método de arranque debe ser utilizado solamente cuando sea absolutamente necesario y cuando se han tomado las precauciones adecuadas.

Un motor no debe ser arrancado a mano a menos que estén disponibles para realizar el procedimiento dos personas, familiares con el avión y la técnica de arranque. La persona que tira de las palas dirige toda la actividad y está a cargo del procedimiento. La otra persona, completamente familiarizada con los controles, debe estar sentada en el avión con los frenos aplicados. Como precaución adicional, se pueden colocar los calzos frente a las ruedas principales. Si esto no es posible, la cola del avión puede estar bien atada. Nunca permita que una persona no familiarizada con los controles ocupe el asiento del piloto cuando arranque a mano. El procedimiento no debe intentarse solo.

Cuando es necesario arrancar a mano, la superficie de la tierra cerca de la hélice debe ser estable y libre de residuos. A menos que una base firme esté disponible, considere reubicar el avión. Grava suelta, pasto mojado, barro, aceite, hielo o nieve pueden causar que la persona que tira de la hélice resbale en las palas con el motor en marcha.

Ambos participantes deben discutir el procedimiento y acordar los comandos de voz y la acción esperada. Para iniciar el procedimiento, el sistema de combustible y los controles del motor (selector del tanque, primer, bomba, acelerador, y mezcla) se ajustan para un arranque normal. El interruptor de encendido/magneto debe ser revisado para asegurarse de que está apagado (OFF). A continuación, la pala descendente debe ser girada de manera que asume una posición ligeramente por encima de la horizontal. La persona que hace el arranque debe enfrentar la pala descendente y pararse un poco menos que la longitud de un brazo de la pala. Si se asume una postura demasiado lejos, sería necesario inclinarse hacia delante en una condición de desequilibrio para llegar a la pala. Esto puede hacer que la persona caiga hacia adelante con las palas rotando cuando el motor arranque.

El procedimiento y los comandos para el arranque manual son:

- La persona al frente dice, "NAFTA ABIERTA, SIN CONTACTO, REDUCIDO, FRENADO."
- El piloto al mando, después de asegurarse de que el combustible esté en ON, la mezcla está rica, interruptor de encendido/magneto está OFF, el acelerador está cerrado y los frenos puestos, dice, " NAFTA ABIERTA, SIN CONTACTO, REDUCIDO, FRENADO."
- La persona al frente, después de girar la hélice para cebar el motor, dice, "FRENOS Y CONTACTO."
- El piloto al mando comprueba que los frenos estén puestos y gira la llave de contacto, luego dice: "FRENOS Y CONTACTO."

La hélice se hace girar forzando la pala hacia abajo rápidamente, empujando con las palmas de ambas manos. Si la pala se sujeta firmemente con los dedos, el cuerpo de la persona puede ser arrastrado a las palas de la hélice en caso de que falle el encendido del motor y gire momentáneamente en la dirección opuesta. A medida que la hoja es empujada hacia abajo, la persona debe dar un paso hacia atrás, lejos de la hélice. Si el motor no arranca, la hélice no debe ser reposicionada para otro intento hasta que esté seguro de que el interruptor de encendido/magneto se desconecta (OFF).

Las palabras CON (magnetos ON) y SIN (magnetos OFF) se utilizan porque son significativamente diferentes entre sí. En condiciones ruidosas o vientos fuertes, las palabras CON y SIN son menos propensas a ser mal entendidas que CONTACTO ON y CONTACTO OFF.

Al retirar los calzos de la rueda después de arrancar el motor, es esencial que el piloto recuerde que la hélice es casi invisible. Por increíble que parezca, se producen lesiones graves y muertes cuando las personas que acaban de arrancar un motor caminan o meten la mano en el arco de la hélice para retirar los calzos. Antes de retirar los calzos, el acelerador se debe ajustar en ralentí y acercarse a los calzos por la parte posterior de la hélice. Nunca se acerque a los calzos por la parte frontal o lateral.

Los procedimientos para arranque manual siempre deben estar en conformidad con las recomendaciones y lista de verificación del fabricante. Procedimientos de arranque especiales se utilizan cuando el motor ya está caliente, muy frío, o cuando está ahogado o bloqueado por vapor. También habrá un procedimiento de arranque diferente cuando se utiliza una fuente de alimentación externa.

RODAJE

La siguiente información básica de rodaje es aplicable tanto a los aviones de rueda delantera (triciclo) y rueda de cola (convencional).

El rodaje es el movimiento controlado del avión por su propia potencia mientras está en el suelo. Desde que un avión se mueve por sus propios medios entre la zona de estacionamiento y la pista, el piloto tiene que ser competente y comprender completamente los procedimientos de rodaje.

El conocimiento de otras aeronaves despegando, aterrizando, o rodando, y la consideración del derecho de paso de los demás es esencial para la seguridad. Cuando está rodando, los ojos del piloto deben mirar fuera del avión, a los lados, así como al frente. El piloto debe estar al tanto de toda la zona alrededor del avión para asegurarse de que el avión evita las obstrucciones y otras aeronaves. Si en algún momento hay duda acerca de la separación a un objeto, el piloto debe detener el avión y hacer que alguien controle la distancia. Puede ser necesario remolcar el avión o moverlo físicamente por personal de tierra.

Es difícil establecer una regla para una velocidad de rodaje seguro. Lo que es razonable y prudente bajo algunas condiciones puede ser imprudente o peligroso bajo otras. Los requisitos principales para el rodaje seguro son el control positivo, la capacidad de reconocer los peligros potenciales a tiempo para evitarlos, y la habilidad de parar o girar dónde y cuándo desee, sin depender demasiado en los frenos. Los pilotos deben proceder a una velocidad prudente en plataformas congestionadas u ocupadas. Normalmente, la velocidad debe ser tal que el movimiento del avión depende del acelerador. Es decir, lo suficientemente lento como para que cuando el acelerador está cerrado, el avión se detenga rápidamente. Cuando se encuentran líneas amarillas centrales de calle de rodaje, deben ser seguidas menos que sea necesario esquivar aviones u obstrucciones.

Cuando rueda, lo mejor es reducir la velocidad antes de intentar un giro. Los giros cerrados de alta velocidad colocan cargas laterales indeseables en el tren de aterrizaje y puede dar lugar a un viraje descontrolado o violento (trompo). Este viraje es más probable que ocurra cuando gira desde viento en cola hacia viento de frente. En condiciones de vientos moderados a fuertes, los pilotos tendrán en cuenta la tendencia del avión a la veleta, o girar hacia el viento cuando el avión está avanzando con viento cruzado.

Cuando rueda a velocidades apropiadas sin viento, las superficies de control de los alerones y el elevador tienen poco o ningún efecto en el control direccional

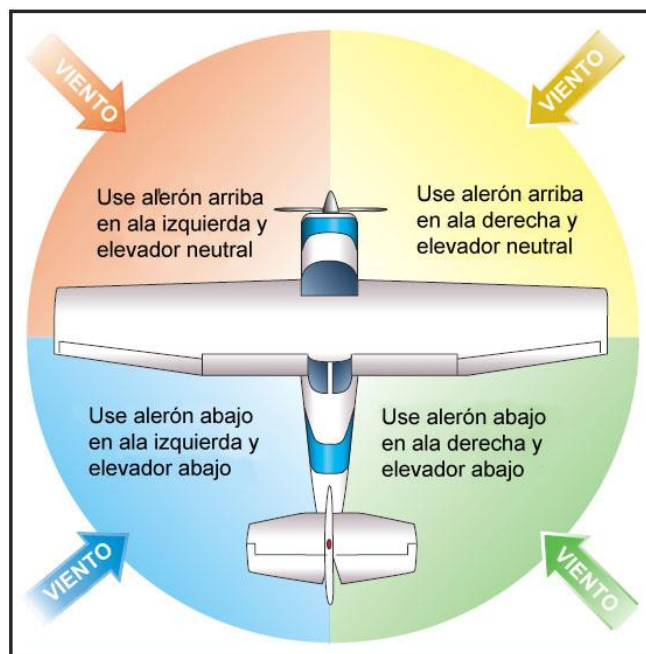


Figura 2-10. Posición de los controles durante el rodaje.

del avión. Los controles no deben ser considerados dispositivos de dirección y deben mantenerse en una posición neutral. Su uso adecuado durante el rodaje en condiciones de viento será discutido más adelante. [Figura 2-10]

La dirección se logra con los pedales del timón y frenos. Para girar el avión en tierra, el piloto debe aplicar timón en la dirección deseada de giro y usar la potencia o freno necesario para controlar la velocidad de rodaje. El pedal del timón se debe mantener en la dirección del giro hasta un poco antes del punto en el que se va a detener el giro. La presión del timón se libera o se aplica presión opuesta, según sea necesario.

Puede ser necesaria más potencia del motor para iniciar el movimiento del avión hacia adelante, o para iniciar un giro, de la que se requiere para mantenerlo en movimiento en cualquier dirección dada. Cuando se usa potencia adicional, el acelerador debe ser inmediatamente retrasado una vez que el avión comienza a moverse, para evitar una aceleración excesiva.

Cuando comienza a rodar, se debe comprobar el funcionamiento correcto de los frenos tan pronto como el avión se pone en movimiento. Esto se hace aplicando potencia para comenzar a mover el avión lentamente, luego retrasar el acelerador y aplicar simultáneamente presión suave a ambos frenos. Si la acción de frenado no es satisfactoria, el motor debe apagarse de inmediato.

La presencia de vientos en contra moderados a fuertes y/o una fuerte estela de hélice hace que sea necesario el uso del elevador para mantener el control de la actitud

de cabeceo durante el rodaje. Esto se hace evidente al considerar la acción de sustentación que se pueden crear en las superficies horizontales de cola por cualquiera de esos dos factores. El control del elevador en los aviones de tren triciclo se debe mantener en posición neutral, mientras que en los aviones de tren convencional debe mantenerse en posición atrás para mantener la cola hacia abajo.

El rodaje con viento de cola por lo general requiere menos potencia después de comenzar el movimiento, ya que el viento empuja el avión hacia adelante. [Figura 2-11] Para evitar sobrecalentar los frenos en rodaje a favor del viento, mantenga la potencia del motor al mínimo. En lugar de presionar continuamente los frenos para controlar la velocidad, es mejor aplicar los frenos sólo ocasionalmente. Aparte de giros cerrados a baja velocidad, el acelerador siempre debe estar al ralentí antes de que se apliquen los frenos. Es un error común de los alumnos rodar con un nivel de potencia que requiere controlar la velocidad con los frenos. Esto es el equivalente aeronáutico de conducir un automóvil con el pedal del acelerador y del freno presionados.

Cuando rueda con un viento a un cuarto de frente, el ala del lado del viento tenderá a ser levantada por el viento a menos que el control de alerones se mantenga en esa dirección (alerón ARRIBA). [Figura 2-12] Mover el alerón a la posición ARRIBA reduce el efecto del viento que golpea el ala, reduciendo de este modo la acción de sustentación. Este movimiento del control también hará que el alerón contrario al viento se coloque en la posición ABAJO, generando una pequeña cantidad de sustentación y resistencia en esa ala, reduciendo aún más la tendencia de la otra ala a elevarse.

Cuando ruede con un viento a un cuarto de cola, el elevador debe mantenerse en la posición ABAJO, y el alerón que da al viento, ABAJO. [Figura 2-13] Dado que el viento golpea el avión por detrás, estas posiciones del control reducen la tendencia del viento de meterse debajo de la cola y el ala y así empujar la nariz del avión.



Figura 2-11. Rodaje con viento de cola.



Figura 2-12. Viento a un cuarto de frente.



Figura 2-13. Viento a un cuarto de cola.

La aplicación de estas correcciones de rodaje con viento cruzado ayuda a minimizar la tendencia a veleta y en última instancia resulta en hacer más fácil de dirigir al avión.

Normalmente, todos los giros deben iniciarse con el pedal del timón para dirigir la rueda delantera. Para cerrar el giro después de que se alcanza la máxima deflexión del pedal, se puede aplicar el freno según sea necesario. Cuando se detiene el avión, es aconsejable detenerlo siempre con la rueda de proa derecha para

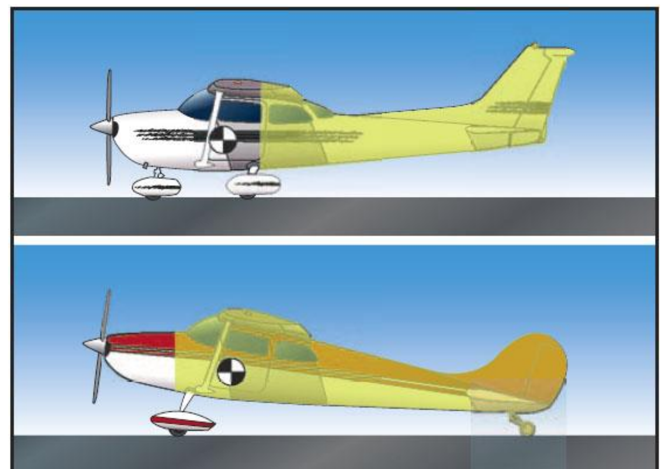


Figura 2-14. Área de superficie más afectada por el viento.

aliviar cualquier carga lateral en esa rueda y para que sea más fácil empezar a moverse hacia adelante.

Durante el rodaje con viento cruzado, incluso el avión triciclo tiene cierta tendencia a la veleta. Sin embargo, la tendencia a la veleta es menor que en los aviones con rueda de cola debido a que las ruedas principales se encuentran más lejos hacia atrás, y la fricción de la rueda de nariz ayuda a resistir la tendencia. [Figura 2-14] La vinculación de la rueda delantera a los pedales del timón de dirección proporciona un control de dirección adecuado para un manejo seguro y eficiente en tierra, y por lo general, sólo es necesario presión sobre el timón para corregir un viento cruzado.

ANTES DEL DESPEGUE

El chequeo antes del despegue es el procedimiento sistemático para verificar el motor, controles, sistemas, instrumentos y aviónica antes del vuelo. Normalmente, se realiza después de rodar a una posición cerca de la cabecera de despegue. El rodaje a esa posición por lo general da tiempo suficiente para que el motor se caliente por lo menos a la temperatura de operación mínima. Esto asegura una lubricación adecuada y limpieza interna del motor antes de ser operado a altos niveles de potencia. Muchos motores requieren que la temperatura del aceite alcance un valor mínimo indicado en el AFM/POH antes de aplicar mucha potencia.

Los motores refrigerados por aire generalmente están en capos muy apretados y equipados con deflectores de presión que dirigen el flujo de aire al motor en cantidades suficientes para la refrigeración en vuelo. En tierra, sin embargo, mucho menos aire es forzado a través del capot y los deflectores (baffles). Operaciones terrestres prolongadas pueden causar sobrecalentamiento de los cilindros mucho antes de que haya una indicación de aumento de la temperatura del aceite. Los flaps de capot, si están disponibles, se deben ajustar de acuerdo con el AFM/POH.

Antes de comenzar la verificación antes del despegue, el avión debe colocarse alejado de otras aeronaves. No debe haber nada detrás del avión que podría ser dañado por la corriente de aire de la hélice. Para minimizar el sobrecalentamiento durante el período de prueba del motor, se recomienda que el avión se dirija lo más posible hacia el viento. Después de que el avión está posicionado correctamente, se debe permitir a rodar un poco hacia adelante de modo que la rueda de nariz o de cola estén alineadas en sentido longitudinal.

Durante la prueba de motor, la superficie bajo el avión debe ser firme (una superficie lisa, pavimentada, o de césped si es posible) y libre de escombros. De lo contrario, la hélice puede recoger piedras, tierra, barro, arena, u otros objetos sueltos y lanzarlos hacia atrás. Esto daña la hélice y puede dañar la cola del avión. Pequeñas marcas en el borde de ataque de la hélice producen puntos de estrés o líneas concentradas de gran tensión. Esto es altamente indeseable y puede dar lugar a grietas y una posible falla de pala de la hélice.

Mientras se realiza la prueba de motor, el piloto debe dividir la atención dentro y fuera del avión. Si el freno de estacionamiento falla, o si la aplicación de los frenos de pedal es insuficiente para la cantidad de potencia aplicada, el avión podría avanzar en forma desapercibida si la atención se fija en el interior del avión.

Cada avión tiene diferentes características y equipos, y la lista de verificación antes del despegue proporcionada por el fabricante del avión o el operador debe utilizase para llevar a cabo las pruebas.

DESPUES DEL ATERRIZAJE

Durante la carrera después del aterrizaje, el avión debe ser frenado gradualmente a la velocidad normal de rodaje antes de abandonar la pista de aterrizaje. Cualquier grado significativo de giro a velocidades más rápidas podría resultar en un giro descontrolado y posterior daño al avión.

Para dar toda la atención al control de la aeronave durante la carrera de aterrizaje, el chequeo después del aterrizaje debe realizarse sólo después de que el avión se lleva a una detención completa fuera de la pista activa. Han habido muchos casos de que el piloto por error ha agarrado la palanca equivocada y retraido el tren de aterrizaje, en lugar de los flaps, debido a la división inadecuada de la atención, mientras que el avión se mueve. Sin embargo, este procedimiento puede ser modificado si el fabricante recomienda que ítems específicos se lleven a cabo durante la carrera de aterrizaje. Por ejemplo, al realizar un aterrizaje en campo corto, el fabricante puede recomendar retraer los flaps para mejorar el frenado. En esta situación, el piloto debe hacer una identificación positiva del control de flaps y retraerlos.

DESPEJE DE PISTA

Debido a diferentes características y equipos en varios aviones, se debe utilizar la lista de verificación después del aterrizaje proporcionada por el fabricante. Algunos puntos pueden incluir:

- Flaps. . . . . Identificar y retraer
- Flaps de capot. . . . . .Abiertos
- Control de paso. . . . . .Máximo
- Compensadores. . . . . Ajustar

ESTACIONAMIENTO

A menos que estacione en una zona supervisada, el piloto debe seleccionar una ubicación y dirección que evite que la hélice o chorro de un reactor de otros aviones golpee el costado del avión. Siempre que sea posible, el avión debe estar estacionado dirigido hacia el viento existente o previsto. Después de parar en el rumbo deseado, el avión debe ser rodado hacia delante lo suficiente para enderezar la rueda de nariz o de cola.

DETENCION DEL MOTOR

Finalmente, el piloto siempre debe utilizar los procedimientos de la lista del fabricante para detener el motor y asegurar el avión. Algunos de los puntos importantes son:

- Ponga los frenos de estacionamiento.
- Coloque el acelerador en ralentí o 1000 rpm. Si es turboalimentado, observar el procedimiento del fabricante para detener.
- Coloque el interruptor de encendido OFF y luego ON al ralentí para comprobar el correcto funcionamiento del interruptor en la posición OFF.
- Ajuste el control de la hélice (si lo tiene) en PASO FINO.
- Coloque las unidades eléctricas y radios en OFF.
- Ajuste el control de mezcla a POBRE-CORTE.
- Coloque el interruptor de encendido en OFF cuando el motor se detenga.
- Coloque el interruptor eléctrico principal en OFF.
- Instale el bloqueo de controles.

POS VUELO

Un vuelo no está completo hasta que el motor se detiene y el avión está asegurado. Un piloto debe considerar esto como parte esencial de cualquier vuelo.

ASEGURADO Y MANTENIMIENTO

Después de detener el motor y desembarque de pasajeros, el piloto deberá realizar una inspección después del vuelo. Esto incluye la comprobación de la condición general de la aeronave. Para una salida, el aceite debe ser revisado y añadir combustible si es necesario. Si la aeronave va a estar inactiva, es una buena práctica operativa llenar los tanques completa-mente para evitar la condensación de agua. Cuando el vuelo se completó por el día, la aeronave debe ser hangarada o atada y los controles de vuelo asegurados.



Capítulo 3

Maniobras de Vuelo Básicas

LAS CUATRO FUNDAMENTALES

Hay cuatro maniobras fundamentales básicas de vuelo en la que se basan todas las tareas de vuelo: vuelo recto y nivelado, virajes, ascensos y descensos. Todo vuelo controlado se compone de cualquiera de ellas, o una combinación de más de una, de estas maniobras básicas. Si un alumno piloto es capaz de realizar bien estas maniobras, y la eficiencia del alumno se basa en "sentir" de forma precisa y análisis de control en lugar de movimientos mecánicos, la capacidad de realizar cualquier maniobra asignada sólo será una cuestión de obtener una concepción clara visual y mental de la misma. El instructor debe impartir un buen conocimiento de estos elementos básicos al alumno, y debe combinarlos y planificar su práctica para que la realización perfecta de cada uno sea instintiva y sin esfuerzo consciente. La importancia de esto para el éxito de la instrucción de vuelo no se puede exagerar. A medida que el alumno progresa a maniobras más complejas, descontando cualquier dificultad en la visualización de las maniobras, la mayoría de las dificultades del alumno se deben a la falta de entrenamiento, práctica, o comprensión de los principios de uno o más de estos fundamentos.

EFECTOS Y USO DE LOS CONTROLES

En la explicación de las funciones de los controles, el instructor debe enfatizar que los controles nunca cambian en los resultados obtenidos en relación con el piloto. El piloto siempre debe considerarse el centro de movimiento del avión, o el punto de referencia desde el cual los movimientos del avión son juzgados y descriptos. Lo siguiente siempre será verdadero, sin importar la actitud del avión en relación a la Tierra.

- Cuando se aplica presión atrás sobre el control del elevador, la nariz del avión se eleva en relación con el piloto.
- Cuando se aplica presión hacia adelante sobre el control del elevador, la nariz del avión baja en relación con el piloto.
- Cuando se aplica presión a la derecha al control de alerón, el ala derecha del avión baja en relación al piloto.
- Cuando se aplica presión a la izquierda al control de alerón, el ala izquierda del avión baja en relación al piloto.
- Cuando se aplica presión al pedal derecho del timón, la nariz del avión se mueve (guiña) a la derecha en relación al piloto.
- Cuando se aplica presión al pedal izquierdo del timón, la nariz del avión se mueve (guiña) a la izquierda en relación al piloto.

Las explicaciones anteriores deben impedir que el piloto novato piense en términos de "arriba" o "abajo" con respecto a la Tierra, que sólo es un estado relativo al piloto. También hará mucho más fácil la comprensión de las funciones de los controles, especialmente cuando se realizan virajes escarpados y maniobras más avanzadas. Por consiguiente, el piloto debe ser capaz de determinar correctamente la aplicación de control requerida para colocar el avión en cualquier actitud o condición de vuelo que se desea.

El instructor debe explicar que los controles tendrán una presión natural durante el vuelo y que se mantendrán en posición neutral por su propia voluntad, si el avión se compensa correctamente.

Con esto en mente, el piloto debe ser advertido de nunca pensar en el movimiento de los controles, sino de ejercer una fuerza sobre ellos en contra de esta presión natural o resistencia. El movimiento de los controles no debe ser enfatizado; es la duración y cantidad de la fuerza ejercida sobre ellos la que efectúa el desplazamiento de las superficies de control y las maniobras del avión.

La cantidad de fuerza que el flujo de aire ejerce sobre una superficie de control se rige por la velocidad y el grado en que la superficie se mueve fuera de su posición neutral o aerodinámica. Dado que la velocidad del aire no será la misma en todas las maniobras, la cantidad real que se mueven las superficies de control es de poca importancia; pero es importante que el piloto

maniobre el avión mediante la aplicación de suficiente *presión* de control para obtener el resultado deseado, sin importar cuán lejos se mueven en realidad las superficies de control.

Los controles se deben tomar suavemente, con los dedos, no agarrados y apretados. La presión debe ser ejercida en el control con los dedos. Un error común en los pilotos novatos es una tendencia a "estrangular el control". Esta tendencia debe ser evitada ya que impide el desarrollo de "sentir", que es una parte importante del control de la aeronave.

Los pies del piloto deben descansar cómodamente en los pedales del timón. Ambos talones deben soportar el peso de los pies en el piso de la cabina con la planta de cada pie tocando los pedales individuales. Las piernas y los pies no deben estar tensionados; deben estar relajados al igual que cuando se conduce un automóvil.

Al utilizar los pedales del timón, se debe aplicar presión suave y uniforme presionando con la planta de un pie. Dado que los pedales del timón están interconectados, y actúan en direcciones opuestas, cuando se aplica presión a un pedal, se debe relajar la presión sobre el otro proporcionalmente. Cuando el pedal del timón se debe mover de manera significativa, los grandes cambios de presión deben ser hechos mediante la aplicación de presión con la planta del pie, mientras que los talones se deslizan a lo largo del piso de la cabina. Recuerde, la planta de cada pie debe descansar cómodamente en los pedales del timón para poder sentir los más leves cambios de presión,.

En resumen, durante el vuelo, es la *presión* que el piloto ejerce sobre la palanca de mando y los pedales del timón lo que hace que el avión se mueva alrededor de sus ejes. Cuando una superficie de control se mueve fuera de su posición aerodinámica (aunque levemente), el aire que fluye ejercerá una fuerza en contra de ella y tratará de devolverla a su posición aerodinámica. Es esta fuerza la que el piloto siente como presión sobre la palanca de mando y los pedales del timón.

SENTIR EL AVIÓN

La habilidad de sentir una condición de vuelo, sin depender de la instrumentación en cabina, a menudo se llama "sentir el avión", pero todos los sentidos en sumatoria están involucrados para "sentir".

Los sonidos inherentes al vuelo son un sentido importante en el desarrollo de ese "sentir". El aire que se pasa por la cabina de un avión ligero moderno a menudo está enmascarado por la insonorización, pero todavía puede ser escuchado. Cuando aumenta el nivel de sonido, indica que la velocidad está aumentando. Además, el motor emite patrones de sonido distintivos en diferentes condiciones de vuelo. El sonido del motor en vuelo de crucero puede ser diferente al de un ascenso, y de nuevo diferente al del descenso. Cuando se usa potencia en un avión con hélice de paso fijo, la pérdida de rpm es particularmente notable. La cantidad de ruido que se puede escuchar dependerá de la cantidad de estela que lo enmascara. Pero la relación entre el ruido de la estela y el ruido del motor ayuda al piloto a estimar no sólo la velocidad presente, sino la tendencia de la velocidad.

Hay tres fuentes de "sensación" real que son muy importantes para el piloto. Uno de ellos es el propio cuerpo del piloto, ya que responde a las fuerzas de aceleración. Las cargas "G" impuestas a la estructura del avión también son sentidas por el piloto. Las aceleraciones centrípetas fuerzan al piloto hacia abajo en el asiento o lo elevan contra el cinturón de seguridad. Las aceleraciones radiales, que producen derrapes o deslizamiento del avión, desplazan al piloto de un lado a otro en el asiento. Estas fuerzas no tienen que ser fuertes, sólo perceptibles por el piloto para ser útiles. Un piloto experto que “siente” perfectamente el avión será capaz de detectar hasta el más mínimo cambio.

La respuesta de los mandos de alerones y timón al tacto del piloto es otro elemento para "sentir", y es uno que provee información directa relativa a la velocidad. Como se dijo anteriormente, las superficies de control se mueven en la corriente de aire y encuentran resistencia proporcional a la velocidad de la corriente de aire. Cuando la corriente de aire es rápida, los controles están rígidos y difíciles de mover. Cuando la corriente de aire es lenta, los controles se mueven con facilidad, pero deben ser movidos una distancia mayor. La presión que se debe ejercer sobre los controles para efectuar un resultado deseado, y el retraso entre su movimiento y la respuesta del avión, se hace mayor a medida que disminuye la velocidad del aire.

Otro tipo de "sensación" viene al piloto a través de la estructura del avión. Se compone principalmente de vibración. Un ejemplo es el bataneo aerodinámico y sacudida que precede a la pérdida.

La cinestesia, o la percepción de cambios en la dirección o la velocidad de movimiento, es uno de los sentidos más importantes que un piloto pueda desarrollar. Cuando se desarrolla adecuadamente, la cinestesia puede advertir al piloto de cambios en la velocidad.

Los sentidos que contribuyen a "sentir" el avión son inherentes a cada persona. Sin embargo, ese "sentir" se debe desarrollar. El instructor debe dirigir al piloto novato a estar en sintonía con estos sentidos y enseñar a reconocer su significado y su relación con diferentes condiciones de vuelo. Para hacerlo con eficacia, el

instructor de vuelo debe comprender la diferencia entre percibir algo y darse cuenta. Es un hecho bien establecido que el piloto que desarrolla esa "sensación" del avión a principios de la instrucción tendrá poca dificultad con las maniobras avanzadas de vuelo.

VUELO POR ACTITUD

En vuelo visual (VFR), volar por actitud significa establecer visualmente la actitud del avión en relación con el horizonte natural. [Figura 3-1] La actitud es la diferencia angular medida entre un eje del avión y la línea del horizonte de la Tierra. La actitud de cabeceo es el ángulo formado por el eje longitudinal, y la actitud de alabeo es el ángulo formado por el eje lateral. La rotación alrededor del eje vertical del avión (guiñada) es una actitud en relación con la trayectoria de vuelo del avión, pero no en relación con el horizonte natural.

En vuelo por actitud, el control de la aeronave se compone de cuatro componentes: control de cabeceo, control de alabeo, control de potencia, y compensador.

- Control de cabeceo es el control del avión alrededor del eje lateral mediante el uso del elevador para subir y bajar la nariz en relación con el horizonte natural.
- Control de alabeo es el control del avión alrededor del eje longitudinal mediante el uso de los alerones para alcanzar un ángulo de inclinación deseado en relación con el horizonte natural.
- El control de potencia se utiliza cuando la situación de vuelo indica la necesidad de un cambio en el empuje.
- El compensador se utiliza para aliviar todas las posibles presiones de control después de haber alcanzado la actitud deseada.

La regla principal de vuelo por actitud es:

ACTITUD + POTENCIA = RENDIMIENTO

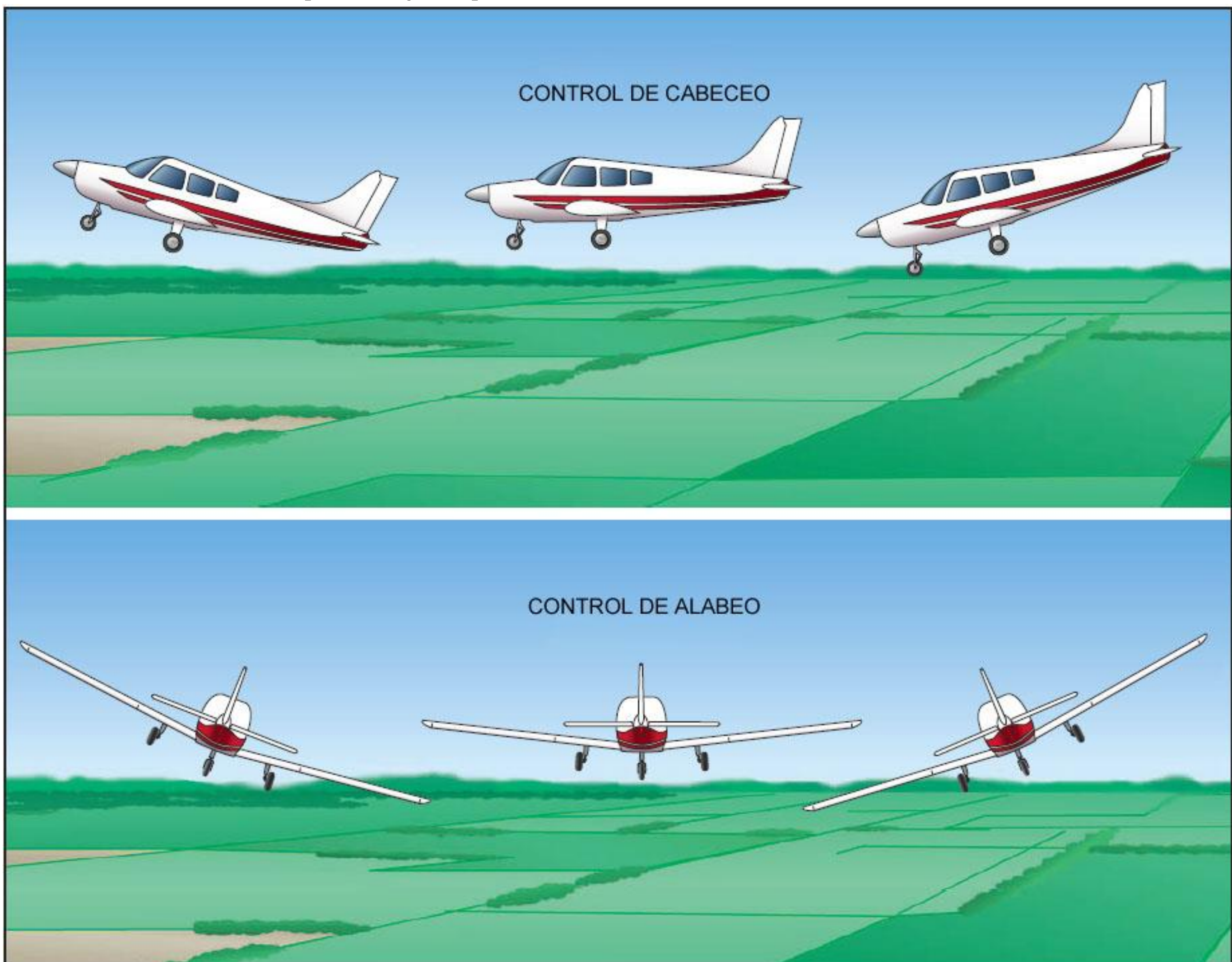


Figura 3-1. La actitud del avión se basa en posiciones relativas de la nariz y alas con el horizonte natural.

INSTRUCCIÓN DE VUELO INTEGRADO

Cuando se presentan las maniobras básicas de vuelo a un alumno, se recomienda que se utilice el método de instrucción "integrado" o "compuesto". Esto significa el uso de referencias externas e instrumentos de vuelo para establecer y mantener las actitudes de vuelo deseadas y el rendimiento del avión. [Figura 3-2] Cuando los alumnos utilizan esta técnica, consiguen una capacidad de pilotaje global más precisa y competente. Aunque este método de control de la aeronave puede convertirse en segunda naturaleza con la experiencia, el alumno debe hacer un esfuerzo para dominar esta técnica. Los elementos básicos son los siguientes.

- La actitud del avión es establecida y mantenida posicionando el avión en relación al horizonte natural. Al menos el 90 por ciento de la atención del piloto debe ser dedicado a este fin, junto con la vigilancia por otros aviones. Si durante la comprobación del cabeceo y/o el alabeo, uno o ambos se encuentran diferentes a lo que desea, se hace una corrección inmediata para regresar el avión a la actitud adecuada. Controles continuos y correcciones inmediatas permitirán pocas chances al avión que se desvíe del rumbo, altitud y trayectoria de vuelo deseados.
- La actitud del avión se confirma por referencia a los instrumentos de vuelo, y su rendimiento comprobado. Si el rendimiento del avión, como se indica en los instrumentos, indica la necesidad de corrección, debe determinarse una cantidad específica de corrección, y luego, aplicarla con referencia al horizonte natural. La actitud y rendimiento del avión se volverán a comprobar con referencia a los instrumentos. El piloto luego mantiene la actitud corregida por referencia al horizonte natural.
- El piloto debe controlar la performance del avión haciendo miradas rápidas a los instrumentos. No más del 10 por ciento de la atención del piloto debe estar dentro de la cabina. El piloto debe desarrollar la habilidad para concentrarse inmediatamente en el instrumento apropiado, y luego regresar de inmediato a la referencia exterior para controlar la actitud del avión.

El piloto debe familiarizarse con la relación entre las referencias externas al horizonte natural, y las indicaciones correspondientes en los instrumentos de vuelo dentro de la cabina. Por ejemplo, un ajuste de la actitud de cabeceo puede requerir un movimiento del punto de referencia del piloto en el avión de varios centímetros en relación con el horizonte natural, pero se



Figura 3-2. Método de instrucción de vuelo integrado o compuesto.

corresponde a una pequeña fracción de un centímetro de movimiento de la barra de referencia en el indicador de actitud. Similarmente, una desviación del alabeo deseado, que es muy obvia cuando se hace referencia a la posición de la punta del ala con respecto al horizonte natural, puede ser casi imperceptible en el indicador de actitud para el piloto novato.

El uso de la instrucción de vuelo integrado no lo hace, y no está destinado a preparar pilotos para el vuelo en condiciones meteorológicas instrumentales. El error más común cometido por el alumno es hacer correcciones de cabeceo o alabeo mirando dentro de la cabina. Se aplica una presión al control, pero el piloto novato, al no estar familiarizado con las complejidades del vuelo por referencia a instrumentos, incluyendo cosas tales como el retraso del instrumento y la precesión giroscópica, invariablemente hará correcciones de actitud excesivas y terminará "persiguiendo a los instrumentos." La actitud del avión por referencia al horizonte natural, sin embargo, es inmediata en sus indicaciones, precisión, y se presenta muchas veces más grande que cualquier instrumento. Además, el alumno debe ser consciente de que si en cualquier momento, por cualquier razón, la actitud del avión por referencia al horizonte natural, no puede ser establecida y/o mantenida, la situación debe ser considerada una emergencia.

VUELO RECTO Y NIVELADO

Es imposible enfatizar lo suficiente la necesidad de la formación de hábitos correctos en el vuelo recto y nivelado. Todas las demás maniobras de vuelo son en esencia una desviación de esta maniobra de vuelo

fundamental. Muchos instructores y los alumnos son propensos a creer que la perfección en vuelo recto y nivelado vendrá de por sí, pero ese no es el caso. No es raro encontrar a un piloto cuya capacidad de vuelo básica cae justo por debajo de los estándares mínimos esperados, y al analizar las causas de las deficiencias se descubre que la causa es la incapacidad de volar recto y nivelado correctamente.

En vuelo recto y nivelado es el vuelo en el que se mantienen un rumbo y altitud constante. Esto se logra al hacer correcciones medidas e inmediatas por desviaciones en la dirección y la altitud debido a virajes, descensos y ascensos leves no intencionales. El *vuelo nivelado,* al principio, es una cuestión de fijar conscientemente la relación de la posición de una parte del avión, que se utiliza como punto de referencia, con el horizonte. Al establecer los puntos de referencia, el instructor debe colocar el avión en la posición deseada y ayudar al alumno en la selección de los puntos de referencia. El instructor debe ser consciente de que no hay dos pilotos que vean esta relación exactamente igual. Las referencias dependerán en donde está sentado el piloto, la altura (ya sea bajo o alto), y la forma del sentarse del piloto. Es importante, por lo tanto, que durante la fijación de esta relación, el piloto se siente de manera normal, de lo contrario los puntos no serán los mismos cuando retome la posición normal.

Al aprender a controlar el avión en vuelo nivelado, es importante que se enseñe al alumno a mantener un agarre suave de los controles de vuelo, y que las fuerzas de control deseadas sean ejercidas suavemente y sólo lo suficiente para producir el resultado deseado. El alumno debe aprender a asociar el movimiento aparente de las referencias con las fuerzas que lo producen. De esta manera, el alumno puede desarrollar la habilidad de regular el cambio deseado en la actitud del avión por la cantidad y dirección de las fuerzas aplicadas a los controles sin la necesidad de mirar los instrumentos o referencias externas por cada corrección menor.

La actitud de cabeceo para el *vuelo nivelado* (altitud constante) se obtiene generalmente mediante la selección de una cierta parte de la nariz del avión como punto de referencia, y luego manteniendo ese punto en una posición fija con respecto al horizonte. [Figura 3-3] Utilizando los principios del vuelo por actitud, esa posición debe ser cotejada en ocasiones contra el altímetro para determinar si la actitud de cabeceo es correcta. Si se gana o pierde altitud, la actitud de cabeceo debe reajustarse en relación con el horizonte y luego volver a comprobar el altímetro para determinar si ahora se está manteniendo la altitud. La aplicación de presión hacia delante o hacia atrás sobre el elevador (timón de profundidad) se usa para controlar esta actitud.

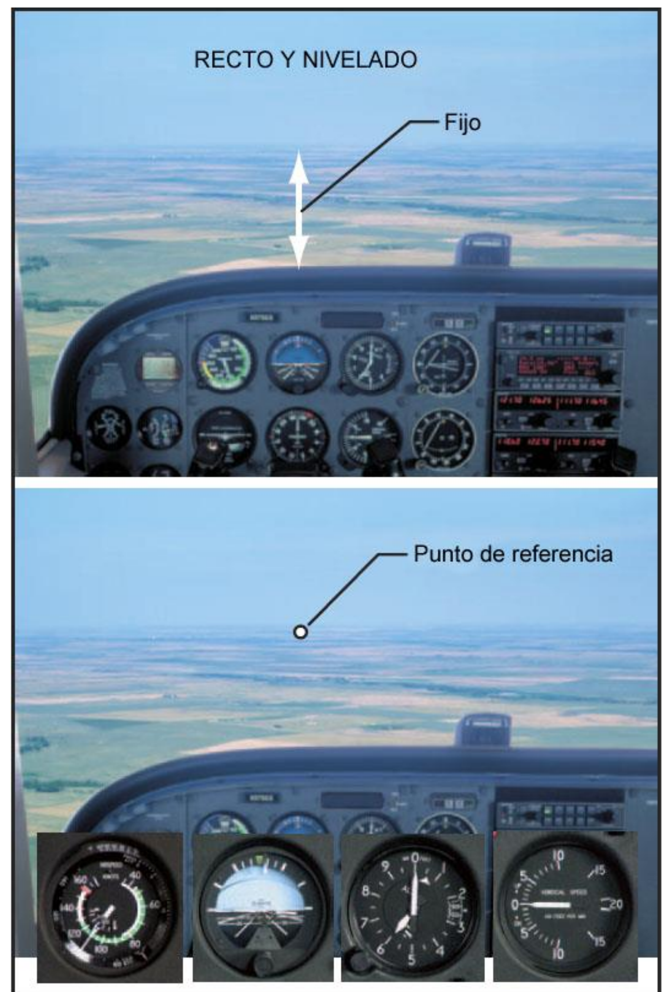


Figura 3-3. Referencia de nariz para vuelo recto y nivelado.

La información de cabeceo obtenida del indicador de actitud también mostrará la posición de la nariz con respecto al horizonte e indicará si es necesario presión sobre el elevador para cambiar la actitud de cabeceo para volver al vuelo nivelado. Sin embargo, la referencia primaria es el horizonte natural.

En todas las maniobras normales, el término "aumentar la actitud de cabeceo" implica levantar la nariz en relación con el horizonte; el término "disminuir la actitud de cabeceo" significa bajar la nariz.

El *vuelo recto* (vuelo nivelado lateralmente) se logra mediante la inspección visual de la relación de la punta de las alas del avión con el horizonte. Ambos extremos del ala deben ser equidistantes por encima o por debajo del horizonte (dependiendo de si el avión es de ala alta o de ala baja), y los ajustes necesarios deben realizarse con los alerones, teniendo en cuenta la relación de la presión del control y la actitud del avión. [Figura 3-4] El alumno debe entender que cada vez que se inclinan las alas, aunque muy levemente, el avión vira. El objetivo del vuelo recto y nivelado es detectar pequeñas desviaciones de vuelo nivelado lateralmente tan pronto



Figura 3-4. Referencia a las puntas alares para vuelo recto y nivelado.

como se produzcan, necesitando sólo pequeñas correcciones. Se debe hacer referencia al indicador de rumbo para notar cualquier cambio en la dirección.

Observando continuamente las puntas de las alas tiene otras ventajas aparte de ser el único control positivo para nivelar las alas. También ayuda a desviar la atención del piloto de la nariz del avión, impide una mirada fija, y automáticamente expande el área de visión del piloto mediante el aumento del campo de visión que cubre el piloto. Al practicar vuelo recto y nivelado, las puntas de las alas se pueden utilizar no sólo para establecer la actitud nivelada lateral o alabeo de la aeronave, sino en menor grado, la actitud de cabeceo. Esto se indica sólo para asistencia en el aprendizaje de vuelo recto y nivelado, y que no es una práctica recomendada en las operaciones normales.

El alcance de la visión del alumno es también muy importante, ya que si se obstruye el estudiante tiende a mirar a un lado continuamente (generalmente el izquierdo) y por lo tanto se inclina hacia allí. Esto no sólo da al alumno un ángulo sesgado del cual juzgar, sino que también hace que el alumno ejerza presión inconsciente sobre los controles en esa dirección, lo que resulta en arrastrar un ala.

Con las alas aproximadamente niveladas, es posible mantener vuelo recto simplemente ejerciendo las fuerzas necesarias sobre el timón en la dirección deseada. Sin embargo, el instructor debe señalar que la práctica de utilizar el timón por sí solo no es correcta y puede dificultar el control preciso de la aeronave. El vuelo recto y nivelado casi no requiere la aplicación de presiones de control si el avión está bien compensado y el aire es suave. Por esa razón, el alumno no debe formar el hábito de mover innecesariamente los controles en forma constante. El alumno debe aprender a reconocer cuando son necesarias las correcciones y, a continuación, hacer una respuesta medida tranquila y naturalmente.

Para obtener la concepción apropiada de las fuerzas requeridas en el timón durante el vuelo recto y nivelado, el avión debe mantenerse nivelado. Uno de los errores más comunes de los alumnos es la tendencia a concentrarse en la nariz del avión y tratar de mantener el nivel de las alas observando la curvatura del capot de nariz. Con este método, la línea de referencia es muy corta y la desviación, en particular si es pequeña, puede pasar desapercibida. Además, una pequeña desviación del nivel, por esta línea de referencia corto, se hace considerable en las puntas alares y resulta en el arrastre considerable de un ala. Esta actitud requiere el uso de timón de dirección adicional para mantener el vuelo recto, dando una falsa concepción de fuerzas de control neutras. El hábito de arrastrar un de las alas, y

compensar con presión del timón, si se le permite desarrollarlo es particularmente difícil de sacar, y si no se corrige dará lugar a considerables dificultades para dominar otras maniobras de vuelo.

A efectos prácticos, la velocidad se mantendrá constante en vuelo recto y nivelado con un nivel de potencia constante. La práctica de cambios de velocidad intencionales, aumentando o disminuyendo la potencia, proporcionará un excelente medio para desarrollar la competencia en el mantenimiento de vuelo recto y nivelado a varias velocidades. Cambios significativos en la velocidad, por supuesto, requieren considerables cambios en la actitud de cabeceo y compensación para mantener la altitud. Cambios pronunciados en la actitud de cabeceo y compensación también serán necesarios cuando se actúan los flaps y tren de aterrizaje.

Los errores comunes en la realización de vuelo recto y nivelado son:

- Intento de utilizar puntos de referencia inadecuados en el avión para establecer la actitud.
- Olvido de la ubicación de los puntos de referencia preseleccionados en vuelos subsiguientes.
- Intento de establecer o corregir la actitud del avión utilizando los instrumentos y en lugar de referencias visuales externas.
- Tratar de mantener la dirección utilizando sólo el control del timón.
- Volar habitualmente con un ala baja.
- "Perseguir" los instrumentos de vuelo en lugar de seguir los principios de vuelo por actitud.
- Apretar demasiado los controles de vuelo resultando en sobre control y falta de tacto.
- Empujar o tirar de los controles de vuelo en lugar de ejercer presión en contra de la corriente de aire.
- Escaneo incorrecto y/o dedicar tiempo insuficiente a la referencia visual externa. (Cabeza en la cabina.)
- Fijación el punto de referencia de la nariz (actitud de cabeceo).
- Innecesarios o inapropiados movimientos de los controles.
- Falla al realizar movimientos del control oportunos y medidos cuando se detectan desviaciones del vuelo recto y nivelado.
- Insuficiente atención a los estímulos sensoriales en el desarrollo de sensación del avión.

CONTROL DEL COMPENSADOR

El avión está diseñado para que los controles de vuelo primarios (timón, alerones y elevador) estén alineados con las superficies no móviles del avión cuando está en crucero recto y nivelado con peso y carga normal. Si el avión está volando fuera de esa condición balanceada básica, una o más de las superficies de control tendrá que ser mantenida fuera de su posición aerodinámica por acción continua del control. El uso de aletas compensadoras alivia al piloto de esta acción. La técnica de compensación adecuada es una habilidad básica de vuelo muy importante y a menudo menospreciada. Un avión mal compensado requiere presiones de control constantes, produce tensión y fatiga en el piloto, distrae al piloto del escaneo, y contribuye al control de actitud del avión abrupto y errático.

Debido a su relativa baja potencia y velocidad, no todos los aviones ligeros tienen un conjunto completo de compensadores ajustables desde la cabina. En los aviones que tienen disponibles compensadores de timón, alerones, y elevador, se debe utilizar una secuencia definida en la compensación. El elevador/stabilator se debe compensar primero para aliviar la necesidad de presión del control para mantener constante la actitud de velocidad/cabeceo. Los intentos para compensar el timón de dirección a velocidades variables no son prácticos en aviones a hélice debido al cambio de torque sobre la deriva. Una vez que se ha establecido una actitud constante de velocidad/cabeceo, el piloto debe mantener las alas niveladas con presión de alerón mientras se compensa la presión del timón. A continuación se debe ajustar el compensador de alerones para aliviar cualquier presión lateral sobre el control.

Un error común de control del compensador es la tendencia a sobre controlar el avión con ajustes del compensador. Para evitar esto, el piloto debe aprender a establecer y mantener el avión en la actitud deseada usando los controles primarios de vuelo. La actitud apropiada debe establecerse con referencia al horizonte y luego verificada por referencia a las indicaciones de performance en los instrumentos de vuelo. Entonces, el piloto debe compensar según la secuencia anterior para aliviar cualquier presión de mano y pie necesaria. El piloto debe evitar el uso del compensador para establecer o corregir la actitud del avión. La actitud del avión debe ser establecida y mantenida en primer lugar, luego compensar las presiones de control de manera que el avión mantenga la actitud deseada en vuelo "sin manos". Intentar "volar el avión con compensadores" es un error común en la técnica básica de vuelo, incluso entre los pilotos experimentados.

Un avión correctamente compensado es una indicación de buenas habilidades de pilotaje. Cualquier presión de control que sienta el piloto debe ser el resultado de la acción deliberada de control del piloto durante un cambio previsto en la actitud del avión, no el resultado de presiones aplicadas por el avión porque el piloto le permite asumir el control.

VIRAJES NIVELADOS

Un viraje se hace inclinando las alas en la dirección del giro deseado. El piloto selecciona un ángulo específico de alabeo, se aplica presión al control para lograr el ángulo de alabeo deseado y se ejercen las presiones adecuadas de control para mantener el ángulo de alabeo deseado una vez establecido. [Figura 3-5]

Los cuatro controles primarios se utilizan coordinadamente al realizar virajes. Sus funciones son las siguientes.

- Los alerones inclinan las alas y así determinan la velocidad de giro a una velocidad dada.
- El elevador mueve la nariz del avión hacia arriba o abajo en relación con el piloto, y perpendicular a las alas. Haciendo eso, se establece la actitud de cabeceo en el viraje y "tira" la nariz del avión en el giro.



Figura 3-5. Viraje nivelado a izquierda.

- El acelerador proporciona el empuje que se puede utilizar para que la velocidad ajuste el viraje.
- El timón corrige los efectos de guiñada desarrolladas por los demás controles. El timón no vira el avión.

Para los propósitos de esta discusión, los virajes se dividen en tres clases: virajes suaves, virajes medios, y virajes escarpados.

- Los virajes suaves son aquellos en los que el alabeo (menos de aproximadamente 20°) es tan poco profundo que la estabilidad lateral inherente del avión actúa para nivelar las alas a menos que se aplique alerón para mantener el alabeo.
- Los virajes medios son los que resultan de un grado de alabeo (aproximadamente 20° a 45°) en el que el avión se mantiene en un alabeo constante.
- Los virajes escarpados son los que resultan de un grado de alabeo (45° o más) en el que la "tendencia a alabear" de un avión supera la estabilidad, y la inclinación aumenta si no se aplica alerón para evitarlo.

Cambio la dirección de la sustentación de las alas hacia un lado o el otro hace que el avión sea tirado en esa dirección. [Figura 3-6] Esto se hace por la aplicación coordinada de alerones y timón para alabear el avión en la dirección deseada del viraje.

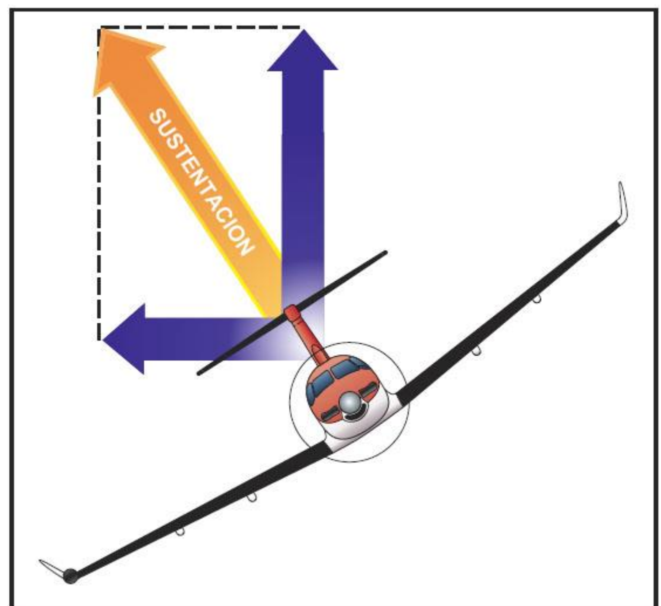


Figura 3-6. El cambio en la sustentación produce que el avión vire.

Cuando un avión está en vuelo recto y nivelado, la sustentación total actúa perpendicular a las alas y a la Tierra. A medida que el avión se inclina en un viraje, la sustentación se convierte en la resultante de dos

componentes. Uno, la componente de sustentación vertical, sigue actuando perpendicular a la Tierra y se opone a la gravedad. Segundo, la componente de sustentación horizontal (centrípeta) actúa paralela a la superficie de la Tierra y se opone a la inercia (fuerza centrífuga aparente). Estos dos componentes de sustentación actúan en ángulos rectos entre sí, haciendo que la fuerza total de sustentación resultante actúe perpendicular al ala inclinada del avión. Es la componente de sustentación horizontal la que realmente vira el avión, no el timón. Al aplicar alerones para alabear el avión, el alerón bajo (en el ala ascendente) produce una mayor resistencia que el alerón elevado (en el ala descendente). [Figura 3-7] Este aumento de alerón guiña el avión hacia el ala elevada, u opuesta a la dirección del viraje. Para contrarrestar este momento de guiñada adversa, debe ser aplicada presión sobre el timón simultáneamente con los alerones en la dirección deseada del viraje. Esta acción es necesaria para producir un viraje coordinado.



Figura 3-7. Fuerzas durante un viraje.

Después de que se ha establecido el alabeo en un viraje medio, toda la presión aplicada al alerón podrá relajarse. El avión se mantendrá con la inclinación seleccionada sin más tendencia a guiñar puesto que ya no hay una desviación de los alerones. Como resultado, la presión también puede ser relajada en los pedales del timón, y permitir al timón alinearse con la dirección de la corriente de aire. La presión del timón mantenida una vez establecido el viraje hará que el avión derrape hacia el exterior del giro. Si se hace un esfuerzo para centrar el timón en lugar de dejar que se alinee a sí mismo al giro, es probable que se ejerza inadvertidamente algo de presión de timón en dirección opuesta. Esto forzará el avión a que guiñe opuesto a su trayectoria de giro, haciendo que el avión se deslice al interior del giro. La bola en el indicador de giros y derrapes será desplazada fuera del centro cuando el avión esté derrapando o deslizando lateralmente. [Figura 3-8] En vuelo coordinado, no hay derrape o deslizamiento. Una habilidad para el vuelo básica esencial es la capacidad del piloto de "sentir" cualquier condición de falta de coordinación (derrape o deslizamiento) sin mirar al instrumento de referencia. Durante esta etapa de instrucción, el instructor hará hincapié en el desarrollo de esta capacidad e insistirá en su uso para lograr una perfecta coordinación en toda la formación posterior.

En todos los virajes de altitud y velocidad constantes, es necesario aumentar el ángulo de ataque del ala al virar mediante la aplicación de elevador arriba. Esto es necesario debido a que parte de la sustentación vertical se ha desviado hacia sustentación horizontal. Por lo tanto, la sustentación total se debe aumentar para compensar esta pérdida.

Para detener el viraje, las alas se vuelven a vuelo nivelado por el uso coordinado de los alerones y el

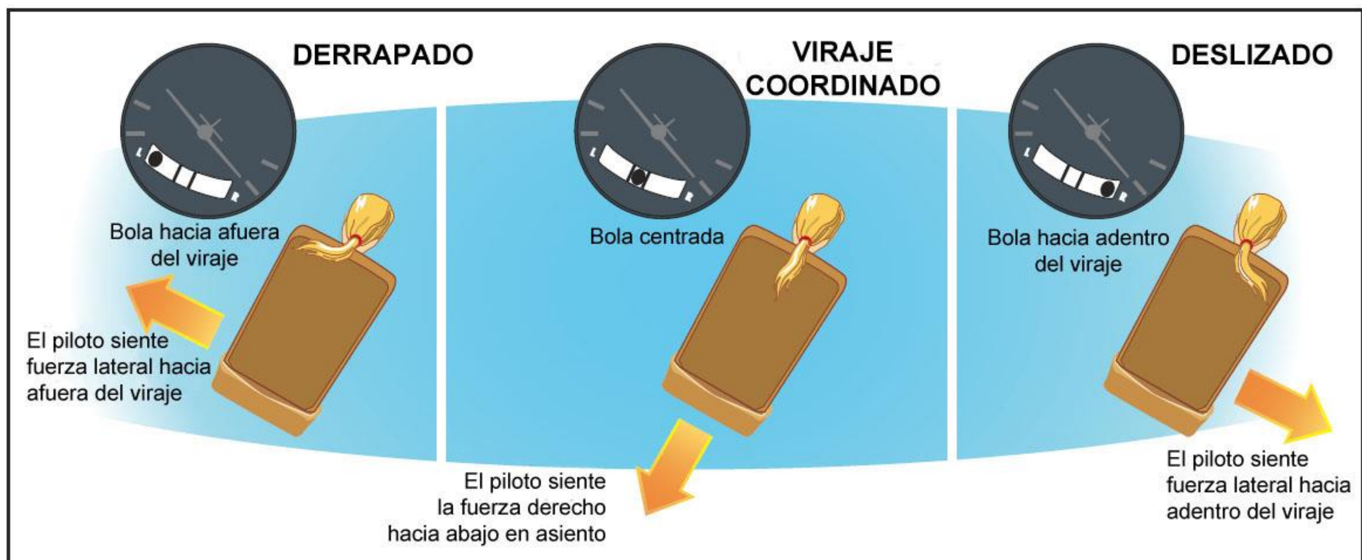


Figura 3-8. Indicaciones de un deslizamiento y derrape.

timón aplicados en la dirección opuesta. Para entender la relación entre velocidad, alabeo, y radio de giro, debe tenerse en cuenta que la velocidad de giro a cualquier velocidad verdadera dada depende de la componente horizontal de sustentación. La componente horizontal de sustentación varía en proporción a la cantidad de inclinación. Por lo tanto, la velocidad de giro a una determinado velocidad verdadera aumenta al incrementarse el ángulo de alabeo. Por otra parte, cuando se hace un giro a una mayor velocidad verdadera a un ángulo de alabeo determinado, la inercia es mayor y la componente horizontal de sustentación requerida para el viraje es mayor, haciendo que la velocidad de giro sea más lenta. [Figura 3-9 en la página siguiente] Por lo tanto, a un ángulo de alabeo determinado, una velocidad verdadera mayor hace que el radio de giro sea más grande porque el avión gira a un ritmo más lento.

Cuando se cambia de un alabeo suave a uno medio, la velocidad del ala en el exterior del giro aumenta en relación con el ala interna ya que el radio de giro disminuye. La sustentación adicional desarrollada debido a este aumento en la velocidad del ala equilibra la estabilidad lateral inherente del avión. A cualquier velocidad dada, no se requiere una presión sobre los alerones para mantener el alabeo. Si se permite que el alabeo aumente de medio a escarpado, el radio de giro se reduce aún más. La sustentación del ala exterior produce que el alabeo se incremente y es necesario aplicar alerón opuesto para mantener constante la inclinación.

Al reducirse el radio de la giro, se desarrolla una diferencia significativa entre la velocidad del ala interna y la externa. El ala externa al giro recorre un camino más largo que el ala interna, sin embargo, ambas completan sus respectivos caminos en el mismo período de tiempo. Por lo tanto, el ala externa viaja más rápido que el ala interna, y como resultado, desarrolla más sustentación. Esto crea una tendencia excesiva a alabear que debe ser controlada por el uso de los alerones. [Figura 3-10] Debido a que el ala exterior desarrolla más sustentación, también tiene más resistencia inducida. Esto provoca un ligero deslizamiento durante los virajes escarpados que debe ser corregido por el uso del timón de dirección.

A veces, al inicio de la instrucción en virajes escarpados, la nariz se puede caer excesivamente resultando en una pérdida significativa de altitud. Para recuperarse, el piloto debe primero reducir el ángulo de alabeo con el uso coordinado del timón y alerones, y luego levantar la nariz del avión con el elevador para un vuelo nivelado. Si se intenta la recuperación de una condición de alabeo escarpado y excesiva nariz abajo sólo mediante el uso del elevador, causará un aumento del alabeo, y podría sobre estresar el avión. Normalmente, durante virajes escarpados sólo pequeñas correcciones de cabeceo se llevan a cabo con el elevador, y el alabeo se mantiene constante con los alerones.



Figura 3-10. Tendencia al alabeo durante un viraje escarpado.

Para establecer el ángulo de alabeo deseado, el piloto debe utilizar puntos de referencia visuales externas, así como la inclinación en el indicador de actitud.

La mejor referencia externa para establecer el grado de alabeo es el ángulo formado por el ala levantada en aviones de ala baja (el ala bajada en aviones de ala alta) y el horizonte, o el ángulo formado por la parte superior del capot del motor y el horizonte. [Figura 3-11] Ya que en la mayoría de los aviones ligeros el capot del motor es bastante plano, el ángulo horizontal con el horizonte dará alguna indicación sobre el ángulo de alabeo aproximado. Además, la información obtenida a partir del indicador de actitud mostrará el ángulo del ala en relación con el horizonte. Sin embargo, la información del coordinador de giros no.



Figura 3-11. Referencia visual del ángulo de alabeo.

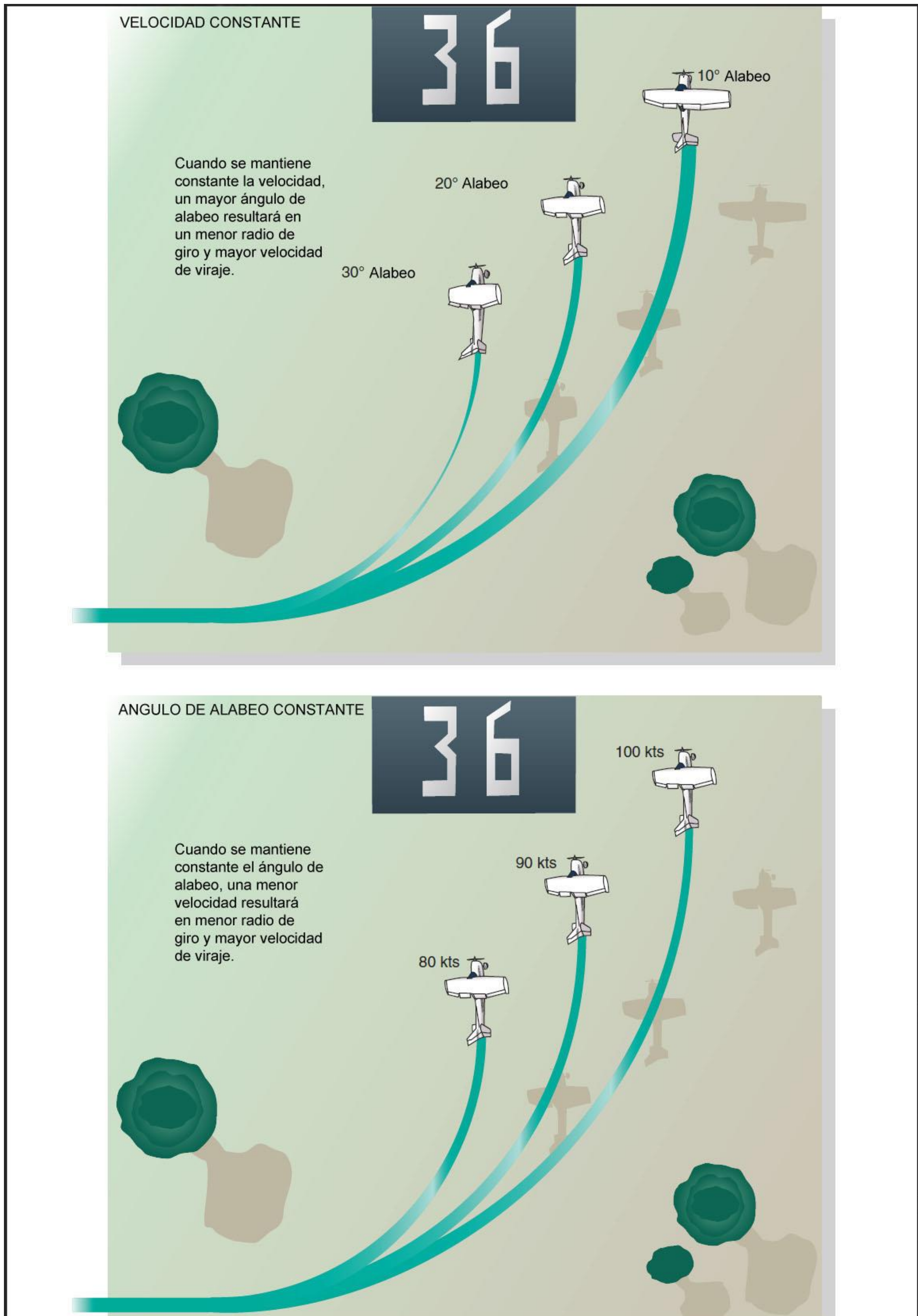


Figura 3-9. La velocidad y el ángulo de alabeo regulan el radio y velocidad del giro.

La postura del piloto mientras está sentado en el avión es muy importante, sobre todo en los giros. Afectará la interpretación de las referencias visuales externas. Al principio, el alumno puede inclinarse en un viraje en un intento de permanecer en posición vertical en relación con la tierra en lugar de volar con el avión. Esto debe ser corregido inmediatamente si el alumno quiere aprender a usar referencias visuales adecuadamente. [Figura 3-12]

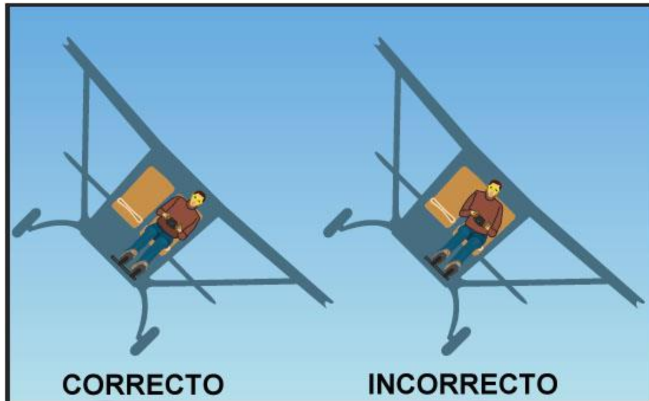


Figura 3-12. Postura correcta e incorrecta mientras está sentado en el avión.

El error de paralaje es común entre los alumnos y los pilotos experimentados. Este error es característico de los aviones que tienen asientos lado a lado debido a que el piloto está sentado a un lado del eje longitudinal sobre el que alabea el avión. Esto hace que la nariz *parezca* elevarse al hacer un viraje a la izquierda y descienda al hacer virajes a la derecha. [Figura 3-13]

Los alumnos principiantes no deben hacer grandes desviaciones de alerones y timón porque esto produce una rápida velocidad de alabeo y permite poco tiempo para correcciones antes de que se alcance el alabeo deseado. Velocidades de alabeo más lentas (pequeño desplazamiento del control) proporcionan más tiempo para hacer las correcciones de alabeo y cabeceo necesarias. Tan pronto como el avión sale de la actitud de alas niveladas, la nariz también debe comenzar a moverse sobre el horizonte, aumentando su velocidad de desplazamiento proporcionalmente a medida que se incrementa la inclinación.

Las siguientes variaciones proporcionan excelentes guías.

- Si la nariz comienza a moverse antes de que comience el alabeo, el timón se aplicó demasiado pronto.
- Si el alabeo se inicia antes de la nariz comience a girar, o la nariz se mueve en la dirección opuesta, el timón de dirección se aplicó demasiado tarde.
- Si la nariz se mueve hacia arriba o hacia abajo al entrar en un alabeo, se está aplicando excesivo o insuficiente elevador arriba.

Al establecer el ángulo de alabeo deseado, la presión de alerones y timón deben relajarse. Esto evitará que el alabeo aumente debido a que las superficies de control del alerón y del timón estarán neutrales en su posición aerodinámica. La presión de elevador arriba no debe relajarse, sino que debe mantenerse constante para mantener una altitud constante. A lo largo del viraje, el piloto debe vigilar el indicador de velocidad, y si la velocidad se ha reducido en más de 5 nudos, se debe usar potencia adicional. La verificación cruzada también debe incluir referencias externas, altímetro, e indicador de velocidad vertical (VSI), que puede ayudar a determinar si la actitud de cabeceo es correcta o no. Si gana o pierde altitud, la actitud de cabeceo debe ajustarse en relación con el horizonte, y luego comprobar el altímetro y VSI para determinar si se mantiene la altitud.

Durante todos los virajes, los alerones, timón, y elevador se usan para corregir pequeñas variaciones en



Figura 3-13. Vista del paralaje.

cabeceo y alabeo como en el vuelo recto y nivelado.

La salida de un viraje es similar a la entrada excepto que los controles de vuelo se aplican en la dirección opuesta. Alerones y timón se aplican en la dirección de salida o hacia el ala alta. Al disminuir el ángulo de alabeo, debe relajarse la presión de elevador como sea necesario para mantener la altitud.

Dado que el avión continuará virando siempre y cuando haya un alabeo, la nivelación se debe iniciar antes de alcanzar el rumbo deseado. La cantidad de anticipación necesaria para quedar en el rumbo deseado dependerá del grado de alabeo usado en el viraje. Normalmente, la anticipación es la mitad de los grados de alabeo. Por ejemplo, si el alabeo es de 30º, debe adelantarse 15°. A medida que las alas se nivelan, las presiones de control deben relajarse suavemente para que los controles se neutralicen cuando el avión vuelve al vuelo recto y nivelado. A medida que se completa el nivelado, se debe prestar atención a las referencias visuales externas, así como los indicadores de actitud y rumbo para determinar que las alas están niveladas y el viraje se detuvo.

La instrucción en virajes nivelados debe comenzar con virajes medios, así el alumno tiene la oportunidad de comprender los fundamentos de los virajes sin tener que lidiar con la tendencia excesiva a alabear, o la estabilidad inherente del avión tratando de nivelar las alas. El instructor no debe pedir al alumno virar el avión de una inclinación a otra, sino que cambie la actitud de nivelado a alabeo, de ahí a nivelado, y así sucesivamente con una pequeña pausa en la terminación de cada fase. Esta pausa permite al avión liberarse de los efectos de cualquier mal uso de los controles y asegurar un correcto inicio para el siguiente viraje. Durante estos ejercicios, la idea de las fuerzas de control, en lugar de movimiento, se debe destacar señalando la resistencia de los controles a diferentes fuerzas que se les aplican. El alumno debe ser animado a usar el timón libremente. Los derrapes en esta fase indican el uso positivo del control, y puede ser fácilmente corregido más tarde. El uso de muy poco timón, o el uso del timón en la dirección equivocada en esta etapa de la formación, por otra parte, indica la falta de concepción de coordinación.

En la práctica de virajes, la acción de la nariz del avión mostrará cualquier error en la coordinación de los controles. A menudo, durante la entrada o la recuperación de un alabeo, la nariz describirá un arco vertical por encima o por debajo del horizonte y, luego permanecerá en la posición correcta después de que se estableció el alabeo. Este es el resultado de la falta de sincronización y coordinación de las fuerzas en el elevador y timón durante la entrada y la recuperación. Indica que el alumno tiene conocimiento de los virajes correctos, pero que las técnicas de entrada y recuperación están en equivocadas.

Debido a que el elevador y alerones están en un control, y las presiones en ambos se ejecutan al mismo tiempo, el piloto novato a menudo continúa la presión sobre uno de estos involuntariamente cuando se aplica fuerza sólo en el otro. Esto es particularmente cierto en los virajes a izquierda, porque la posición de las manos hacen un poco incómodo los movimientos correctos al principio. Esto a veces es responsable de la costumbre de ascender un poco en los virajes a derecha y descender un poco en los virajes a izquierda. Esto es resultado de muchos factores, incluyendo las presiones desiguales de timón requeridas a la derecha y a la izquierda al virar, debido al efecto del torque.

La tendencia a subir en virajes a derecha y descender en virajes a izquierda es también frecuente en aviones con asientos lado a lado. En este caso, es debido a que el piloto se sienta a un lado del eje longitudinal sobre el que se inclina el avión. Esto hace que la nariz parezca elevarse durante un giro a la izquierda ejecutado correctamente y descienda durante un giro a la derecha ejecutado correctamente. El intento de mantener la nariz en el mismo nivel aparente hará ascender en virajes a derecha y descender en virajes a izquierda.

La coordinación y sincronización excelente de todos los controles en el viraje requiere mucha práctica. Es esencial que se desarrolle esta coordinación, ya que es la base misma de esta fundamental maniobra de vuelo.

Si el cuerpo está bien relajado, actuará como un péndulo y podrá ser llevado por cualquier fuerza que actúa sobre él. Durante un derrape, será sacado hacia afuera del giro, y durante un deslizamiento, hacia el interior del giro. Los mismos efectos se observaron en las tendencias a deslizarse en el asiento. A medida que se desarrolla la "sensación" de volar, el alumno bien dirigido se hará altamente sensible a esta última tendencia y será capaz de detectar la presencia de, o incluso la aproximación a, un deslizamiento o derrape mucho antes de que se presente cualquier otra indicación.

Errores comunes en la realización de virajes nivelados son:

- Falla en observar adecuadamente el área antes de iniciar el viraje.
- Intento de ejecutar el viraje únicamente por referencias a instrumentos.
- Intento de sentarse derecho, en relación con el suelo, durante un viraje, en lugar de ir con el avión.

- Insuficiente sensación del avión como se evidencia por la incapacidad para detectar derrapes/deslizamientos sin hacer referencia a los instrumentos de vuelo.
- Intento de mantener un ángulo de inclinación constante por referencia al la inclinación de la nariz del avión.
- Fijación de la referencia de nariz mientras se excluye la referencia al ala.
- "Miedo al suelo" haciendo " virajes planos" (derrape) al operar a bajas altitudes en un esfuerzo consciente o inconsciente para evitar inclinarse cerca de la tierra.
- Mantener timón en el viraje.
- Obtener el dominio de viraje en una sola dirección (por lo general la izquierda).
- Falla de coordinación de la utilización de acelerador con otros controles.
- Ganancia/pérdida de altitud durante el viraje.

ASCENSOS Y VIRAJES EN ASCENSO

Cuando un avión inicia un ascenso, cambia su trayectoria de vuelo desde vuelo nivelado a un plano inclinado o actitud de ascenso. En un ascenso, el peso ya no actúa en dirección perpendicular a la trayectoria de vuelo. Actúa en dirección trasera. Esto provoca un aumento de la resistencia total que requiere un aumento de empuje (potencia) para equilibrar las fuerzas. Un avión sólo puede mantener un ángulo de ascenso cuando hay suficiente empuje para compensar la mayor resistencia; por lo tanto, el ascenso está limitado por el empuje disponible.

Al igual que otras maniobras, los ascensos se deben realizar utilizando referencias visuales externas y los instrumentos de vuelo. Es importante que el piloto conozca los ajustes de potencia y las actitudes de cabeceo que producirán las siguientes condiciones de ascenso.

ASCENSO NORMAL – El ascenso normal se efectuará a una velocidad recomendada por el fabricante del avión. La velocidad de ascenso normal es generalmente algo más alta que la mejor velocidad de ascenso. La velocidad adicional proporciona una mejor refrigeración del motor, un control más fácil, y mejor visibilidad sobre la nariz. El ascenso normal se conoce a veces como " ascenso en crucero." Los aviones complejos o de alta performance pueden tener un ascenso en crucero determinado, además del ascenso normal.

MEJOR VELOCIDAD DE ASCENSO – La mejor velocidad de ascenso (V_Y) se realiza a una velocidad donde hay disponible un exceso *de potencia* sobre la requerida para el vuelo nivelado. Esta condición de ascenso producirá mayor ganancia de altitud en la menor cantidad de tiempo (máxima velocidad de ascenso en pies por minuto). La mejor velocidad de ascenso hecha a plena potencia permitida es un ascenso máximo. Debe entenderse completamente que intentar obtener más rendimiento de ascenso que el avión es capaz mediante el incremento de la actitud de cabeceo resultará en una *disminución* en la velocidad de ganancia de altitud.

MEJOR ÁNGULO DE ASCENSO – El mejor ángulo de ascenso (V_X) se realiza a una velocidad que produzca la mayor ganancia de altura en una *distancia* dada. La velocidad de mejor ángulo de ascenso (V_X) es considerablemente menor que la de mejor velocidad de ascenso (V_Y), y es la velocidad en que la mayor parte

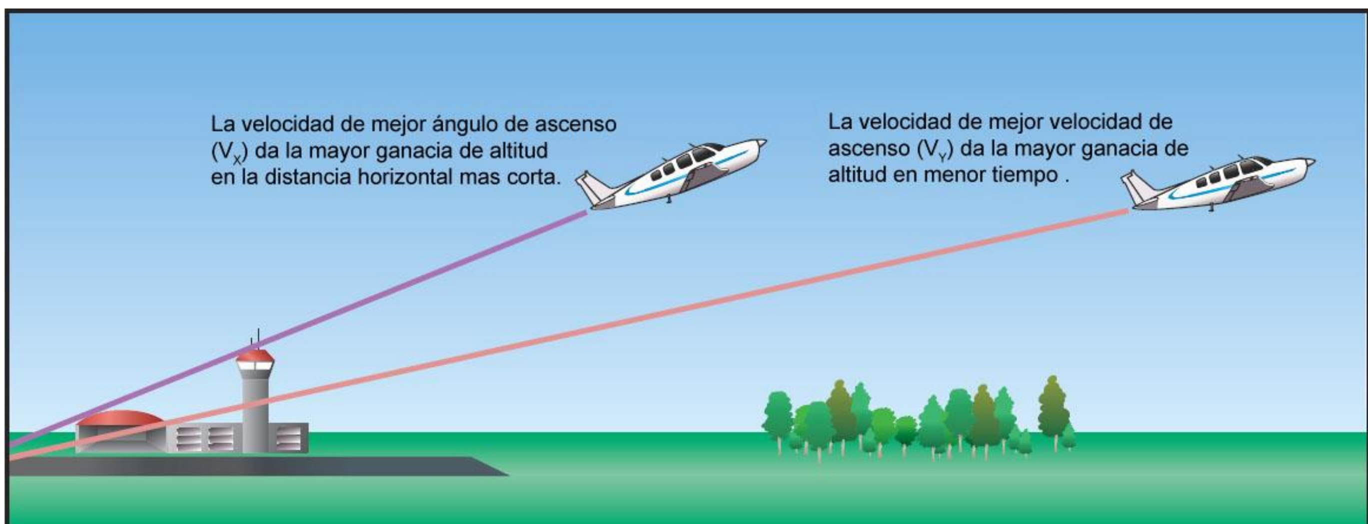


Figura 3-14. Mejor ángulo de ascenso versus mejor velocidad de ascenso.

del exceso *de empuje* está disponible sobre la requerida para el vuelo nivelado. El mejor ángulo de ascenso dará lugar a una *trayectoria* de ascenso más pronunciada, aunque el avión va a tomar más tiempo para llegar a la misma altura de lo que sería a la mejor velocidad de ascenso. El mejor ángulo de ascenso, por lo tanto, se utiliza para evitar obstáculos después del despegue. [Figura 3-14]

Cabe señalar que, a medida que aumenta la altitud, la velocidad de mejor ángulo de ascenso aumenta, y la velocidad de mejor régimen de ascenso disminuye. El punto en el que estas dos velocidades se unen es el techo absoluto del avión. [Figura 3-15]

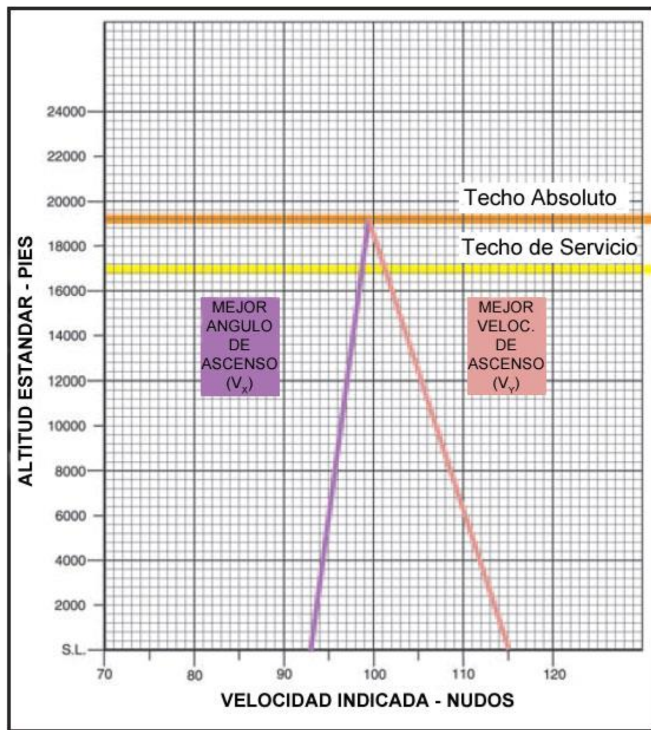


Figura 3-15. Techo absoluto.

A un ascenso recto se ingresa aumentando ligeramente la actitud de cabeceo hasta un nivel predeterminado utilizando presión atrás del elevador, y aumentando simultáneamente la potencia del motor al ajuste de potencia de ascenso. Debido a un aumento en la corriente descendente sobre el estabilizador horizontal al aumentar la potencia, la nariz del avión tiende a elevarse inmediatamente por sí misma a una actitud superior a aquella en que se estabilizaría. El piloto debe estar preparado para esto.

Al iniciar un acenso, la velocidad disminuirá gradualmente. Esta reducción de velocidad es gradual debido el impulso inicial de la aeronave. El empuje necesario para mantener el vuelo recto y nivelado a una velocidad dada no es suficiente para mantener la misma velocidad en un ascenso. El vuelo en ascenso requiere más potencia que en vuelo nivelado, debido a la mayor resistencia causada por la gravedad actuando hacia atrás. Por lo tanto, la potencia debe ser avanzada a un ajuste mayor para compensar el aumento de la resistencia.

Los efectos de la hélice a la potencia de ascenso son un factor primordial. Esto es porque la velocidad es significativamente más lenta que la velocidad de crucero, y el ángulo de ataque es significativamente mayor. En estas condiciones, el torque y la carga asimétrica de la hélice harán que el avión alabee y guiñe a la izquierda. Para contrarrestar esto, se debe usr timón derecho.

Durante las primeras prácticas de ascensos y virajes en ascenso, esto puede hacer que la coordinación de los controles parezca torpe (giro a la izquierda en ascenso manteniendo timón a la derecha), pero con un poco de práctica esta corrección por los efectos de hélice será instintiva.

La compensación es también una consideración muy importante durante un ascenso. Después de establecer el ascenso, el avión debe ser compensado para aliviar la presión de los mandos de vuelo. Si se realizan cambios en la actitud de cabeceo, potencia o velocidad, el avión debe ser compensado con el fin de aliviar las presiones en los controles.

Cuando se realiza un ascenso, la potencia debe ser avanzada a la potencia de ascenso recomendada por el fabricante. Si el avión está equipado con hélice de paso variable, no sólo tendrá un tacómetro de motor, sino también un indicador de la presión del múltiple de admisión. Normalmente, los flaps y tren de aterrizaje (si es retráctil) deben estar en posición retraída para reducir la resistencia.

A medida que el avión gana altitud durante un ascenso, el indicador de presión del múltiple (si está instalado) indica una pérdida de presión (potencia). Esto es porque el mismo volumen de aire que entra en el sistema de inducción del motor disminuye gradualmente la densidad a medida que aumenta de altitud. Cuando el volumen de aire en el colector disminuye, se produce una pérdida de potencia. Esto ocurrirá a un ritmo de aproximadamente 1 pulgada de presión en el colector por cada ganancia de 1000 pies en altitud. Durante ascensos prolongados, el acelerador debe ser continuamente avanzado, si quiere mantener la potencia constante.

Para iniciar el ascenso, avance el acelerador y aplique presión atrás al elevador simultáneamente para levantar la nariz del avión a la posición correcta en relación con el horizonte. Al aumentar la potencia, la nariz del avión se elevará debido al aumento de la carga hacia abajo en

el estabilizador. Esto es causado por el aumento de la estela de hélice. Al aumentar la actitud de cabeceo y disminuir la velocidad, se debe aplicar progresivamente más timón de dirección a la derecha a compensar los efectos de la hélice y mantener un rumbo constante.

Después de establecido el ascenso, la presión en el elevador debe mantenerse para una actitud de cabeceo constante. Al disminuir la velocidad, los elevadores tratarán de regresar a su posición neutral o aerodinámica, y la nariz del avión tenderá a bajar. Debe utilizarse compensador arriba para compensar esto de modo que la actitud de cabeceo se pueda mantener sin presión atrás del elevador. A lo largo del ascenso, ya que la potencia está fija en el ajuste de potencia de ascenso, la velocidad se controla por el uso de elevador.

La comprobación cruzada del indicador de velocidad, indicador de actitud y la posición de la nariz del avión en relación al horizonte determinará si la actitud de cabeceo es correcta. Al mismo tiempo, un rumbo constante debe mantenerse con las alas niveladas, si se está realizando un ascenso recto, o un ángulo de alabeo y velocidad de giro constantes si se está realizando un viraje ascendente. [Figura 3-16]



Figura 3-16. Indicaciones de ascenso.

Para volver al vuelo recto y nivelado desde un ascenso, es necesario iniciar el nivelado a aproximadamente el 10 por ciento de la velocidad de ascenso. Por ejemplo, si el avión está ascendiendo a 500 pies por minuto (ppm), la nivelación debe comenzar 50 pies por debajo de la altitud deseada. La nariz debe ser bajada gradualmente porque resultará una pérdida de altitud si la actitud de cabeceo se cambia a la posición de vuelo nivelado sin permitir que la velocidad del aire aumente proporcionalmente.

Después de que el avión se establece en vuelo nivelado a una altitud constante, la potencia de ascenso debe ser mantenida temporalmente para que el avión acelere a la velocidad de crucero con mayor rapidez. Cuando la velocidad alcanza la velocidad de crucero deseada, la posición del acelerador y el control de la hélice (si tiene) deben ser ajustados para potencia de crucero y el avión compensado. Después de un tiempo para que la temperatura del motor se estabilice, ajuste el control de la mezcla según sea necesario.

Al ejecutar virajes en ascenso, se deben considerar los siguientes factores.

- Con potencia constante, no se pueden mantener la misma actitud de cabeceo y velocidad en un alabeo como en un ascenso recto debido al aumento en la sustentación total requerida.
- El grado de alabeo no debe ser muy escarpado. Una gran inclinación disminuye significativamente la velocidad de ascenso. La inclinación siempre debe permanecer constante.
- Es necesario mantener una velocidad constante y velocidad de giro constante en ambos virajes a derecha e izquierda. La coordinación de todos los controles de vuelo es un factor primordial.
- A potencia constante, el avión ascenderá a un ángulo de ascenso ligeramente menor porque parte de la sustentación está siendo utilizada para virar el avión.
- La atención no debe estar fija en la nariz del avión y dividida en partes iguales entre las referencias internas y externas.

Hay dos maneras de establecer un viraje en ascenso. Se establece un ascenso recto y luego vira, o entra en el ascenso y viraje simultáneamente. Virajes en ascenso deben ser utilizados cuando se asciende a la zona de práctica local. Los virajes en ascenso permiten una exploración visual mejor, y es más fácil para los otros pilotos para ver un avión virando.

En cualquier viraje, la pérdida de sustentación vertical y aumento de la resistencia inducida, debido al mayor ángulo de ataque, se hace mayor a medida que aumenta el ángulo de alabeo. Así se deben usar virajes suaves para mantener una velocidad de ascenso eficiente.

Todos los factores que afectan el avión durante el viraje nivelado (altitud constante) lo afectarán durante el viraje en ascenso o cualquier otra maniobra de entrenamiento. Se observará que debido a la baja velocidad, la resistencia del alerón (guiñada adversa) tendrá un efecto más pronunciado que en vuelo recto y nivelado y que tendrá que combinar más presión del timón con la presión de alerones para mantener el avión en vuelo coordinado durante los cambios del ángulo de alabeo. También tendrá que usar presión atrás del

elevador y compensador adicional para compensar la fuerza centrífuga, por la pérdida de sustentación vertical, y para mantener la actitud de cabeceo constante.

Durante virajes en ascenso, como en cualquier viraje, la pérdida de sustentación vertical y la resistencia inducida, debido al aumento del ángulo de ataque, se hacen mayores a medida que el ángulo de alabeo se incrementa, por lo que se deben usar virajes suaves para mantener un régimen eficiente de ascenso. Si se utiliza un viraje medio o escarpado, el rendimiento de ascenso será degradado.

Los errores más comunes al realizar ascensos y virajes en ascenso son:

- Tratar de establecer una actitud de cabeceo de ascenso haciendo referencia al indicador de velocidad, lo que resulta en "persecución" de la velocidad.
- Aplicar presión de elevador agresivamente, lo que resulta en un excesivo ángulo de ascenso.
- Aplicar presión de elevador agresivamente durante el nivelado inicial lo que resulta en fuerzas "G" negativas.
- Presión del timón inadecuada o inapropiada durante virajes.
- Permitir que el avión guiñe en ascensos rectos, por lo general debido a una inadecuada presión de timón derecho.
- Fijación en la nariz durante un ascenso recto, lo que resulta en un ascenso con un ala baja.
- Falla al iniciar un viraje ascendente apropiadamente con el uso del timón y elevador, resultando en poco viraje, sino más bien un ascenso con un ala baja.
- Coordinación inapropiada que resulta en deslizamiento lo que contrarresta el efecto del ascenso, lo que resulta en poca o ninguna ganancia de altitud.
- Incapacidad para mantener actitud de cabeceo y alabeo constante durante los virajes en ascenso.
- Intento de superar la capacidad de ascenso del avión.

DESCENSOS Y VIRAJES EN DESCENSO

Cuando un avión entra en un descenso, cambia su trayectoria de vuelo de nivelado a un plano inclinado. Es importante que el piloto conozca los ajustes de potencia y actitudes de cabeceo que producirán las siguientes condiciones de descenso.

DESCENSO CON POTENCIA PARCIAL - El método normal para perder altura es descender con potencia parcial. Esto a menudo se denomina descenso de "crucero" o "en ruta". Se debe utilizar la velocidad y ajuste de potencia recomendado por el fabricante del avión para un descenso prolongado. La velocidad de descenso debe estar entre 400 - 500 pies por minuto. La velocidad puede variar desde velocidad de crucero a la utilizada al entrar al circuito de aterrizaje. Pero la amplia gama de velocidades posibles no debe interpretarse como para permitir cambios de cabeceo erráticos. La combinación de velocidad deseada, actitud de cabeceo, y potencia debe ser preseleccionada y mantenerse constante.

DESCENSO A VELOCIDAD MÍNIMA SEGURA – El descenso a velocidad mínima segura es una condición de descenso nariz arriba, asistida con potencia, utilizada principalmente para franquear obstáculos durante la aproximación para el aterrizaje en una pista corta. La velocidad usada para esta condición de descenso es recomendada por el fabricante del avión y normalmente no es mayor a 1,3 $V_{SO.}$ Algunas características del descenso a velocidad mínima segura son un ángulo de descenso mayor al normal, y la potencia adicional que pueda ser necesaria para producir aceleración a baja velocidad si se permite desarrollar una excesiva velocidad de descenso.

PLANEOS – El planeo es una maniobra básica en la que el avión pierde altura en un descenso controlado con poca o nada de potencia; movimiento de avance se mantiene por gravedad que tira del avión a lo largo de una trayectoria inclinada y la velocidad de descenso es controlada por el piloto al equilibrar las fuerzas de gravedad y sustentación.

Aunque el planeo está directamente relacionado con la práctica de aterrizajes de precisión sin motor, tienen un propósito operativo específico en aproximación para aterrizajes normales y aterrizajes forzosos después de una falla del motor. Por lo tanto, es necesario que se realice más subconscientemente que otras maniobras porque la mayor parte del tiempo durante su ejecución, el piloto le dará toda su atención a otros detalles que a la mecánica de la realización de la maniobra. Dado que los planeos se realizan generalmente relativamente cerca del suelo, son de especial importancia la precisión en su ejecución y la formación de hábitos y técnica adecuada.

Debido a que la aplicación de los controles es algo diferente en los planeos que en los descensos con potencia, las maniobras de planeo requieren la perfección de una técnica algo distinta de aquellas

exigidas para las maniobras normales con potencia. Esta diferencia en los controles es causada principalmente por dos factores: la ausencia de la estela de hélice habitual, y la diferencia en la efectividad relativa de varias superficies de control a baja velocidad.

El coeficiente de planeo de un avión es la distancia que el avión recorrerá, sin potencia, hacia adelante en relación con la pérdida de altitud. Por ejemplo, si un avión avanza 10.000 pies mientras que desciende 1.000 pies, su régimen de planeo es de 10 a 1.

El coeficiente de planeo se ve afectado por las cuatro fuerzas fundamentales que actúan sobre un avión (peso, sustentación, resistencia y empuje). Si todos los factores que influyen en el avión son constantes, el coeficiente de planeo será constante. A pesar que el efecto del viento no será cubierto en esta sección, es una fuerza muy importante que actúa sobre la distancia de planeo de la aeronave en relación a su movimiento sobre el suelo. Con viento de cola, el avión recorrerá más debido a la velocidad sobre tierra más alta. A la inversa, con un viento de frente del avión no recorrerá tanto debido a la velocidad sobre tierra más lenta.

Las variaciones de peso no afectan el ángulo de planeo si el piloto utiliza la velocidad correcta. Ya que es la relación sustentación sobre resistencia (L/D) lo que determina la distancia que el avión puede planear, el peso no afecta a la distancia. El coeficiente de planeo se basa únicamente en la relación de las fuerzas aerodinámicas que actúan sobre el avión. El único efecto del peso es el de variar el tiempo que el avión planeará. Cuanto más pesado el avión mayor es la velocidad para obtener la misma relación de planeo. Por ejemplo, si dos aeronaves que tienen la misma relación L/D, pero diferentes pesos, comienzan un planeo desde la misma altura, el avión más pesado planeando a mayor velocidad llegará al mismo punto en un tiempo más corto. Ambos aviones cubrirán la misma distancia, sólo que al avión más liviano le llevará más tiempo.

Bajo diferentes condiciones de vuelo, el factor de resistencia puede cambiar al operar el tren de aterrizaje y/o flaps. Cuando se extiende el tren de aterrizaje o los flaps, aumenta la resistencia y la velocidad disminuirá a menos que se baje la actitud de cabeceo. Al bajar el cabeceo, la trayectoria de planeo se agudiza y se reduce la distancia de vuelo. Sin potencia, una hélice en molinete también crea una considerable resistencia, retardando así el movimiento hacia adelante del avión.

Aunque el empuje de la hélice normalmente depende de la potencia de salida del motor, el acelerador está en posición cerrada durante un planeo por lo que el empuje es constante. Ya que no se usa potencia durante un planeo o aproximación sin motor, la actitud de cabeceo debe ajustarse según sea necesario para mantener una velocidad constante.

La mejor velocidad para el planeo es una en la que el avión se desplazará la mayor distancia hacia adelante para una pérdida de altitud dada con aire en calma. Esta *mejor velocidad de planeo* corresponde a un ángulo de ataque que resulta de la menor resistencia en el avión y la mejor relación sustentación-resistencia (L/D_{MAX}). [Figura 3-17]

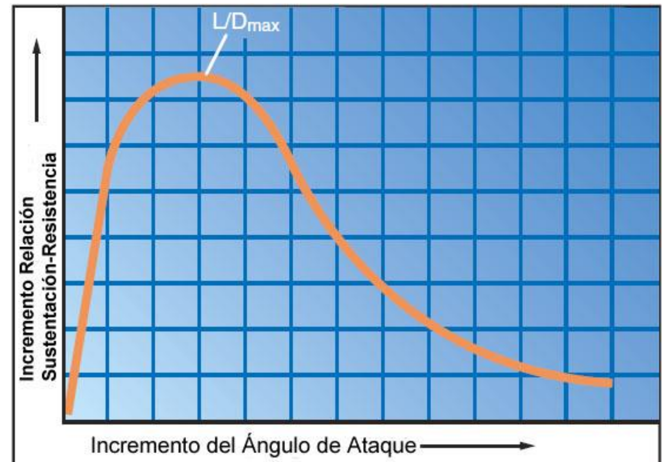


Figura 3-17. L/D_{MAX}.

Cualquier cambio en la velocidad de planeo se traducirá en un cambio en la relación de planeo. Cualquier velocidad, que no sea la mejor velocidad de planeo, se traduce en más resistencia. Por lo tanto, al reducir o aumentar la velocidad de planeo también cambia la relación de planeo. Al descender a una velocidad por debajo de la mejor velocidad de planeo, aumenta la resistencia inducida. Al descender a una velocidad por encima de la mejor velocidad de planeo, aumenta la resistencia parásita. En cualquiera de los casos, *aumenta* la velocidad de descenso. [Figura 3-18]

Esto conduce a una regla cardinal del vuelo en avión que un alumno piloto debe entender y apreciar: El piloto nunca debe tratar de "estirar" un planeo aplicando presión atrás del elevador y reducir la velocidad por debajo de la mejor velocidad de planeo del avión. Los intentos para estirar un planeo resultará invariablemente en un aumento en la velocidad y el ángulo de descenso y puede precipitar una pérdida involuntaria.

Para entrar en un planeo, el piloto debe cerrar el acelerador y avanzar en la hélice (si lo tiene) a paso bajo (altas r.p.m.). Se debe mantener una altitud constante con presión atrás en el control del elevador hasta que la velocidad del aire disminuye a la velocidad de planeo recomendada. Debido a una disminución de la corriente descendente sobre el estabilizador horizon-

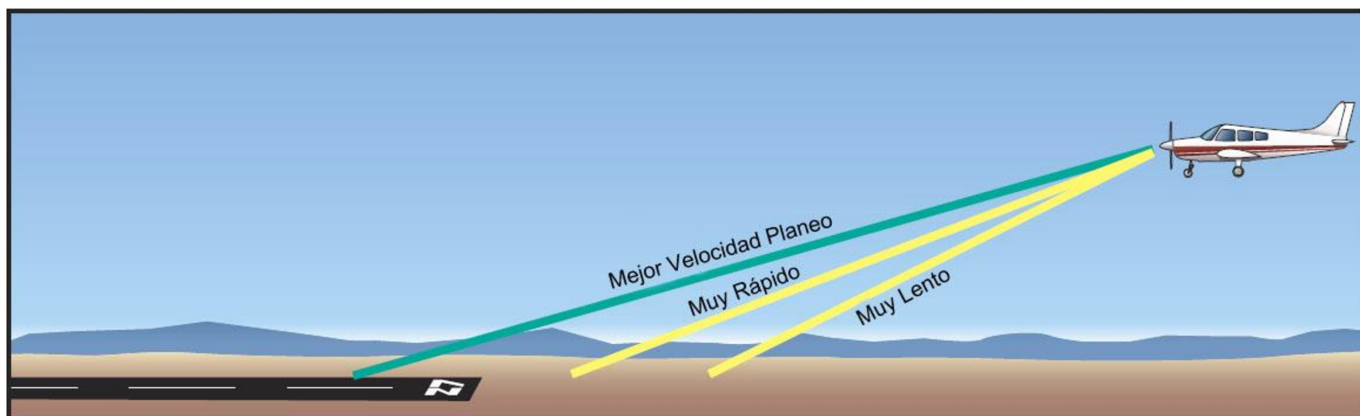


Figura 3-18. La mejor velocidad de planeo proporciona la mejor distancia recorrida para una pérdida de altitud dada.

tal al reducir la potencia, la nariz del avión comenzará inmediatamente a bajar por si misma a una actitud inferior a aquella en la que se estabilizaría. El piloto debe estar preparado para esto. Para mantener constante la actitud de cabeceo después de un cambio de potencia, el piloto deberá contrarrestar de inmediato el cambio de compensación. Si se permite disminuir la actitud de cabeceo durante la entrada al planeo, el exceso de velocidad se introducirá en el planeo y retardará la obtención del ángulo y velocidad de planeo correcta. La velocidad se debe disipar antes de que se disminuya la actitud de cabeceo. Este punto es particularmente importante en los llamados aviones limpias ya que son muy lentos para perder su velocidad y cualquier desviación ligera de nariz abajo resultará en un aumento inmediato en la velocidad. Una vez que la velocidad se ha reducido a normal o mejor velocidad de planeo, se debe disminuir la actitud de cabeceo para mantener esa velocidad. Esto debe hacerse con referencia al horizonte. Cuando la velocidad se ha estabilizado, el avión debe compensarse para un vuelo “sin manos”.

Cuando se establece la posición de cabeceo de planeo aproximada, se debe chequear el indicador de velocidad. Si la velocidad es mayor que la recomendada, la actitud de cabeceo es demasiado baja, y si la velocidad es menor a la recomendada, la actitud de cabeceo es demasiado alta; por lo tanto, la actitud de cabeceo debe reajustarse en referencia al horizonte. Después que se ha realizado el ajuste, el avión debe ser compensado nuevamente para que mantenga esta actitud sin la necesidad de mantener presión en el control de elevador. *Los principios de vuelo por actitud requieren que se establezca la actitud de vuelo apropiada usando referencias visuales externas en primer lugar, y luego, utilizando los instrumentos como un control secundario.* Es una buena práctica compensar siempre el avión después de cada ajuste de cabeceo.

Un descenso sin potencia estabilizado a la mejor velocidad de planeo se conoce como un planeo *normal*. El instructor de vuelo debe demostrar un planeo normal, y dirigir al alumno para que memorice el ángulo y la velocidad del avión verificando visualmente la actitud de la aeronave en relación con el horizonte, y teniendo en cuenta el tono del sonido producido por el aire que pasa a través de la estructura, la presión sobre los controles, y la sensación del avión. Debido a la falta de experiencia, el alumno novato puede ser incapaz de reconocer pequeñas variaciones de velocidad y ángulo de alabeo inmediatamente por la vista o por la presión requerida por los controles. El oído será probablemente el indicador más fácil de usar al principio. El instructor debe, por lo tanto, asegurarse que el estudiante entienda que un aumento en el tono del sonido denota el aumento de velocidad, mientras que una disminución en el tono denota menor velocidad. Cuando se recibe una señal de ese tipo, el alumno debe aplicar conscientemente las otras dos formas de percepción a fin de establecer la relación adecuada. El alumno piloto debe utilizar los tres elementos de forma consciente hasta que se conviertan en hábitos.

Después de que se logra una buena comprensión del planeo normal, el alumno debe ser instruido en las diferencias del planeo normal y del "anormal". Los planeos anormales son los que se llevan a cabo a velocidades distintas de la mejor velocidad de planeo normal. Los pilotos que no comprendan y aprecien estas diferencias van a experimentar dificultades con los aterrizajes de precisión, que son comparativamente más sencillos si se entienden completamente los fundamentos del planeo.

Un planeo demasiado rápido durante la aproximación para el aterrizaje resulta invariablemente en que flota sobre el terreno por cierta distancia, o incluso se pasa, mientras que un planeo demasiado lento provoca aproximaciones cortas, y planas y aterrizajes duros. Un

piloto sin la capacidad de reconocer un planeo normal no será capaz de juzgar a dónde llegará el avión, o puede hacer llegar, en caso de emergencia. En un planeo normal, la trayectoria de vuelo puede ser prevista hasta el punto en que el avión aterrizará en el suelo. Esto no se puede hacer en un planeo anormal.

VIRAJES EN PLANEOS - La acción del sistema de control es algo diferente en un planeo que con potencia, haciendo de las maniobras de planeo una clase en sí mismas y requieren de la perfección de una técnica distinta de la exigida para las maniobras ordinarias con potencia. La diferencia de control es causada principalmente por dos factores: la ausencia de la estela habitual, y la diferencia o la eficacia relativa de las superficies de control a distintas velocidades y en particular a velocidad reducida. El último factor tiene su efecto exagerado por el primero, y hace la tarea de coordinación aún más difícil para el piloto sin experiencia. Estos principios deben ser explicados a fondo con el fin de que el alumno puede estar alerta a las diferencias necesarias de coordinación.

Después de que se han desarrollado la sensación de la aeronave y el control con un toque, la compensación necesaria será automática; pero mientras exista alguna tendencia mecánica, el alumno tendrá dificultades para ejecutar virajes en planeo, sobre todo al hacer una aplicación práctica al intentar aterrizajes de precisión.

Tres elementos de virajes en planeo que tienden a bajar la nariz y aumentar la velocidad de planeo son:

- Disminución de la sustentación efectiva debido a que la dirección de la fuerza está en un ángulo con la fuerza de la gravedad.
- El uso del timón de dirección que actúa como lo hace en la entrada a un viraje con potencia.
- La estabilidad normal y las características inherentes de la aeronave a bajar la nariz sin potencia.

Estos tres factores hacen que sea necesario el uso de más presión sobre el elevador que la requerida para un planeo recto o un viraje con potencia y, por lo tanto, tienen un mayor efecto sobre la relación de coordinación de controles.

Cuando se está recupera de un viraje en planeo, la fuerza sobre el control del elevador que se aplicó durante el viraje debe ser disminuido o la nariz subirá demasiado y perderá mucha velocidad. Este error requiere una considerable atención y ajuste de control consciente antes de que el planeo normal pueda ser reanudado.

Con el fin de mantener el planeo más eficiente o normal en un viraje, debe ser sacrificada más altitud que en un planeo recto ya que esta es la única manera de mantener velocidad sin potencia. Virar en un planeo disminuye el rendimiento del avión en mayor medida que en un viraje normal con potencia.

Otro factor es la diferencia en la acción del timón en virajes con y sin potencia. En virajes con potencia se requiere que el punto de recuperación deseado sea anticipado con el uso de los controles y que se ejerza considerablemente más presión de lo habitual sobre el timón de dirección. En la recuperación de un viraje en planeo, se realiza la misma acción del timón, pero sin que sea necesaria mucha presión. El desplazamiento real del timón de dirección es aproximadamente el mismo, pero parece ser menor en un planeo debido a que la resistencia a la presión es mucho menor debido a la ausencia de la estela hélice. Esto resulta en una mayor aplicación de timón de dirección a través de un mayor rango, resultando en una detención brusca del viraje cuando se aplica el timón de dirección para la recuperación. Este factor es particularmente importante durante la práctica de aterrizaje ya que el alumno recupera casi invariablemente del último viraje demasiado pronto y puede entrar en una condición de control cruzado tratando de corregir el aterrizaje con el timón de dirección solo. Esto resulta en el aterrizaje desde un derrape que se confunde fácilmente con un deslizamiento.

Existe otro peligro en el uso excesivo del timón durante el viraje en planeo. Al derrapar el avión, el alabeo aumenta. Esto a menudo alarma al alumno piloto cuando se produce cerca de la tierra, y el piloto puede responder aplicando presión de alerón hacia el exterior del viraje para detener el alabeo. Al mismo tiempo, el timón de dirección fuerza la nariz hacia abajo y el piloto puede aplicar presión en el elevador para mantenerla arriba. Si se permite que progrese esta situación puede dar lugar a una condición de control cruzado completamente desarrollada. Una pérdida en esta situación es casi seguro que resultará en una barrena.

La nivelación de un planeo se debe iniciar antes de llegar a la altitud deseada debido a la inercia de descenso del avión. La cantidad de anticipación depende de la velocidad de descenso y la técnica de control del piloto. Con poca anticipación, habrá una tendencia a descender por debajo de la altitud seleccionada. Por ejemplo, suponiendo un descenso a 500 pies por minuto, la altura debe ser anticipada por 100-150 pies para nivelar a una velocidad superior a la velocidad de planeo. En el punto de anticipación, se debe aumentar la potencia hasta el nivel de vuelo de crucero para que la velocidad deseada se alcance a la altitud deseada. La nariz tiende a subir a medida que se incrementan la velocidad y el flujo de aire en la sección

de cola. El piloto debe estar preparado para esto y controlar suavemente la actitud de cabeceo para alcanzar la actitud de vuelo nivelado a la altura deseada.

Se debe prestar particular atención a la acción de la nariz del avión cuando se recupera (y entra) en un viraje en planeo. No se debe permitir que la nariz describa un arco con relación al horizonte, y en particular no se debe permitir que suba durante la recuperación de virajes, lo que requiere una variación constante de las presiones relativas en los diferentes controles.

Errores comunes en la ejecución de descensos y virajes descendentes son:

- Falla al vigilar adecuadamente el área.
- Control atrás de elevador inadecuado durante la entrada al planeo lo que resulta en un planeo demasiado empinado.
- Falla al reducir la velocidad del avión a la velocidad aproximada de planeo antes de bajar la actitud de cabeceo.
- Intento de establecer/mantener un planeo normal únicamente por referencia a los instrumentos de vuelo.
- Incapacidad de detectar cambios en la velocidad del aire a través del sonido y la sensación.
- Incapacidad para estabilizar el planeo (persiguiendo el indicador de velocidad).
- Intento de "estirar" el planeo aplicando presión atrás del elevador.
- Derrape o deslizamiento durante el viraje en planeo debido a la inadecuada apreciación de la diferencia en la acción del timón en oposición a virajes con potencia.
- Falla la bajar la actitud de cabeceo durante la entrada a un viraje en planeo resultando en una disminución de la velocidad.
- Excesiva presión de timón durante la recuperación de virajes en planeo.
- Inadecuado control de cabeceo durante la recuperación de planeos rectos.
- "Miedo al suelo" - lo que resulta en control cruzado en los virajes en planeo cerca del suelo.
- Falla al mantener un ángulo de alabeo constante durante los virajes en planeo.

CABECEO Y POTENCIA

Ninguna discusión de ascensos y descensos estaría completa sin tocar la cuestión de qué controla la altitud y qué controla la velocidad. El piloto debe conocer los efectos del control de potencia y elevador, trabajando juntos, en diferentes condiciones de vuelo. El más cercano que puede llegar a una fórmula para determinar el control de velocidad/altitud que es válido en todas las circunstancias es un principio básico de vuelo por actitud que dice:

> "En cualquier actitud de cabeceo, la cantidad de potencia usada determinará si el avión asciende, desciende o permanece nivelado en esa actitud."

A través de un amplio rango de actitudes de nariz baja, un descenso es la única condición posible de vuelo. La adición de potencia en estas actitudes sólo resultará en una mayor velocidad de descenso a una velocidad más rápida.

A través de una serie de actitudes de muy poca nariz abajo hasta alrededor de 30° de nariz arriba, un avión ligero típico puede ascender, descender o mantener la altitud en función de la potencia utilizada. En aproximadamente el tercio inferior de este rango, el avión descenderá sin potencia sin entrar en pérdida. Al aumentar la actitud de cabeceo, sin embargo, se requiere potencia para evitar una pérdida. Aún más potencia se requiere para mantener la altitud, y más aún para un ascenso. A una actitud de cabeceo cercana a 30° de nariz arriba, toda la potencia disponible sólo proporcionará suficiente empuje para mantener la altitud. Un ligero aumento en la pendiente de ascenso o una ligera disminución en la potencia producirán un descenso. A partir de ese punto, el menor cambio se traducirá en una pérdida de sustentación.

Capítulo 4



Vuelo Lento, Pérdidas y Barrenas

INTRODUCCIÓN

El mantenimiento de la sustentación y el control de un avión en vuelo requiere de una cierta velocidad mínima. Esta velocidad crítica depende de ciertos factores, como el peso bruto, factores de carga y altitud de densidad existente. La velocidad mínima por debajo de la cual el vuelo controlado es imposible se llama velocidad de pérdida. Un aspecto importante de la instrucción de pilotos es el desarrollo de la capacidad para estimar el margen de seguridad por encima de la velocidad de pérdida. Además, la capacidad de determinar las respuestas características de cualquier avión a diferentes velocidades es de gran importancia para el piloto. El alumno piloto, por lo tanto, debe desarrollar esta conciencia, para evitar las pérdidas y para operar un avión correctamente y con seguridad a velocidades lentas.

VUELO LENTO

El vuelo lento podría ser considerado, por algunos, como una velocidad menor que la de crucero. En la instrucción de pilotos y pruebas, sin embargo, el vuelo lento se divide en dos elementos distintos: (1) el establecimiento, mantenimiento, y maniobra de la aeronave a velocidades y configuraciones apropiadas para despegues, ascensos, descensos, aproximación al aterrizaje y escapes, y, (2) maniobrar a la velocidad más lenta en la que el avión es capaz de mantener el vuelo controlado sin indicios de pérdida, por lo general de 3 a 5 nudos por encima de la velocidad de pérdida.

Vuelo a velocidades menores de crucero

Maniobrar durante el vuelo lento demuestra las características de vuelo y grado de controlabilidad de un avión a velocidad menor de crucero. La habilidad para determinar las respuestas de control características a las velocidades más bajas correspondientes a los despegues, salidas, y aproximaciones al aterrizaje es un factor crítico en el reconocimiento de la pérdida.

Al disminuir la velocidad, disminuye la efectividad del control en forma desproporcionada. Por ejemplo, puede haber una cierta pérdida de efectividad cuando la velocidad se reduce a 30 o 20 mph por encima de la velocidad de pérdida, pero normalmente habrá una pérdida mucho mayor al reducir la velocidad aún más a 10 mph por encima de la pérdida. El objetivo de las maniobras durante el vuelo lento es para desarrollar el sentido del piloto y la capacidad de utilizar los controles correctamente, y para mejorar la eficiencia en la realización de maniobras que requieren velocidades lentas. Las maniobras durante el vuelo lento se deben realizar utilizando tanto las indicaciones de los instrumentos como la referencia visual exterior. El vuelo lento debe ser practicado con planeos rectos, vuelo recto y nivelado, y virajes nivelados y con alabeos medios. El vuelo lento a velocidades de aproximación debe incluir frenar el avión suave y rápidamente de crucero a velocidad de aproximación sin cambios de altitud o rumbo, y determinar y usar los ajustes de potencia y compensación adecuados. El vuelo lento a velocidad de aproximación también debería incluir cambios en la configuración, como el tren de aterrizaje y los flaps, manteniendo el rumbo y la altitud.

Vuelo a velocidad mínima controlable

Esta maniobra demuestra las características de vuelo y el grado de control del avión, a su velocidad de vuelo *mínima.* Por definición, el término "vuelo a velocidad mínima controlable" significa una velocidad a la que cualquier aumento en el ángulo de ataque o factor de carga, o reducción de potencia provocará la pérdida de inmediato. La instrucción de vuelo a velocidad mínima controlable debe ser enseñada en configuración de potencia reducida, con la velocidad suficientemente por encima de la pérdida para permitir las maniobras, pero lo suficientemente cerca a la pérdida para sentir las características de vuelo a muy baja velocidad, que son controles flojos, respuesta desigual a los controles, y dificultad para mantener la altitud. Maniobrar a velocidad mínima controlable debe realizarse tanto con indicaciones de instrumentos como por referencia visual exterior. Es importante que los pilotos formen el hábito de mirar frecuentemente los instrumentos de vuelo, especialmente el indicador de velocidad, mientras vuela a velocidades muy bajas. Sin embargo, se debe desarrollar la "sensación" del avión a

velocidades muy bajas para evitar pérdidas inadvertidas y para la operación del avión con precisión.

Para empezar la maniobra, el acelerador se reduce gradualmente desde la posición de crucero. Mientras disminuye la velocidad, debe tenerse en cuenta la posición de la nariz en relación con el horizonte y debe ser elevada lo necesario para mantener la altitud.

Cuando la velocidad alcanza el máximo permitido para la operación del tren de aterrizaje, debe ser extendido (si está equipado con tren de aterrizaje retráctil) y efectuar todos los controles de tren abajo. A medida que la velocidad alcanza el máximo permitido para la operación de los flaps, debe aplicarse máximos flaps y ajustar la actitud de cabeceo para mantener la altitud. [Figura 4-1] Se requiere potencia adicional al disminuir la velocidad para mantenerla justo por encima de la pérdida. Al disminuir aún más la velocidad, el piloto debe tener en cuenta la sensación de los controles de vuelo, especialmente el elevador. El piloto también debe notar el sonido del flujo de aire, ya que se cae en el nivel de tono.



Figura 4-1. Vuelo lento – Baja velocidad, gran ángulo de ataque, alta potencia y altitud constante.

Al reducir la velocidad, los controles de vuelo se vuelven menos eficaces y se reduce la tendencia normal de nariz abajo. Los elevadores responden menos y se hacen necesarios grandes movimientos de controles para mantener el avión bajo control. El efecto de la estela produce una fuerte guiñada por lo que se requiere la aplicación de timón para mantener el vuelo coordinado. El efecto secundario de aplicar timón es inducir un rolido, por lo que se requiere aplicar alerones para mantener las alas niveladas. Esto puede resultar en vuelo con controles cruzados.

Durante estas condiciones de vuelo cambiantes, es importante compensar el avión tanto como sea necesario para evitar cambios en las presiones de los controles. Si el avión se ha compensado para velocidad de crucero, se necesitará mucha presión atrás en el control de los elevadores, lo que hace imposible un control preciso. Si se pierde demasiada velocidad, o se utiliza muy poca potencia, más presión atrás en el control del timón de profundidad puede resultar en una pérdida de altitud o una pérdida. Cuando se han establecido la posición de cabeceo deseada y la velocidad mínima de control, es importante observar continuamente el indicador de actitud, el altímetro y el indicador de velocidad, así como las referencias externas para asegurarse que se mantiene un control preciso.

El piloto debe entender que cuando vuela más lento que la **velocidad de mínima resistencia (L/D_{MAX})** el avión exhibirá una característica conocida como **"inestabilidad de velocidad."** Si el avión se ve perturbado por incluso la menor turbulencia, la velocidad disminuirá. Al disminuir la velocidad, la resistencia total también aumenta lo que resulta en una mayor pérdida en la velocidad. La resistencia total sigue en aumento y la velocidad sigue cayendo. A menos que se aplique más potencia y/o se baje la nariz, la velocidad continuará cayendo hasta la pérdida. Este es un factor extremadamente importante en la performance del vuelo lento. El piloto debe entender que, a velocidad inferior a la velocidad de mínima resistencia, la velocidad es inestable y continuará cayendo si se le permite hacerlo.

Cuando la actitud, velocidad, y potencia se han estabilizado en vuelo recto, se deben practicar virajes para determinar las características de controlabilidad del avión a esta velocidad mínima. Durante los virajes, puede ser necesario aumentar la actitud de cabeceo y potencia para mantener la velocidad y altitud. El objetivo es dar a conocer al piloto la falta de maniobrabilidad a velocidades mínimas, el peligro de una pérdida incipiente, y la tendencia del avión a entrar en pérdida a medida que aumenta el alabeo. Una pérdida también puede ocurrir como resultado de movimientos de control bruscos o muy grandes cuando se vuela en esta velocidad crítica.

Retraer bruscamente los flaps mientras está a velocidad mínima controlable dará lugar a una disminución repentina de sustentación, haciendo que el avión pierda altura o quizás entre en pérdida.

Una vez que el vuelo a velocidad mínima controlable está configurado adecuadamente para el vuelo nivelado, se puede establecer un descenso o ascenso a velocidad mínima controlable mediante el ajuste de la potencia como sea necesario para establecer la velocidad deseada de descenso o ascenso. El alumno piloto debe notar la tendencia creciente a guiñar a la velocidad mínima controlable en configuración de alta potencia con flaps totalmente extendidos. En algunos aviones, un intento de ascender a una velocidad tan

baja puede resultar en una *pérdida* de altura, incluso aplicando potencia máxima.

Errores comunes en el desempeño de vuelo lento son:

- Falla en observar adecuadamente el área.
- Presión sobre el elevador inadecuada al reducir potencia, lo que resulta en la pérdida de altitud.
- Excesiva presión sobre el elevador al reducir potencia, lo que resulta en un ascenso, seguido de una rápida reducción de la velocidad.
- Compensación insuficiente por guiñadas adversas durante los virajes.
- Fijación en el indicador de velocidad.
- Falla al no anticipar los cambios en la sustentación al extender o retraer los flaps.
- Administración de potencia inadecuada.
- Incapacidad para dividir de manera adecuada la atención entre el control y la orientación del avión.

PÉRDIDAS

Una pérdida se produce cuando se altera el flujo de aire suave sobre el ala del avión, y la sustentación se degenera rápidamente. Esto se debe a que el ala supera su ángulo de ataque crítico. Esto puede ocurrir a cualquier velocidad, en cualquier actitud, con cualquier ajuste de potencia. [Figura 4-2]

La práctica de la recuperación de la pérdida y el desarrollo del reconocimiento de la pérdida son de primordial importancia en la formación de pilotos. Los objetivos al realizar pérdidas intencionales son familiarizar al piloto con las condiciones que producen las pérdidas, para ayudar en el reconocimiento de una pérdida próxima, y para desarrollar el hábito de tomar medidas preventivas o correctivas inmediatas.

Las pérdidas intencionales deben realizarse a una altitud que le proporcione una altura adecuada por encima del suelo para la recuperación y retorno al vuelo nivelado normal. Aunque depende del grado de progreso de la pérdida, la mayoría de las pérdidas requieren una cierta pérdida de altitud durante la recuperación. Cuanto más tiempo se tarda en reconocer la aproximación a una pérdida, es probable que la pérdida sea más completa, y mayor es la pérdida de altura que se espera.

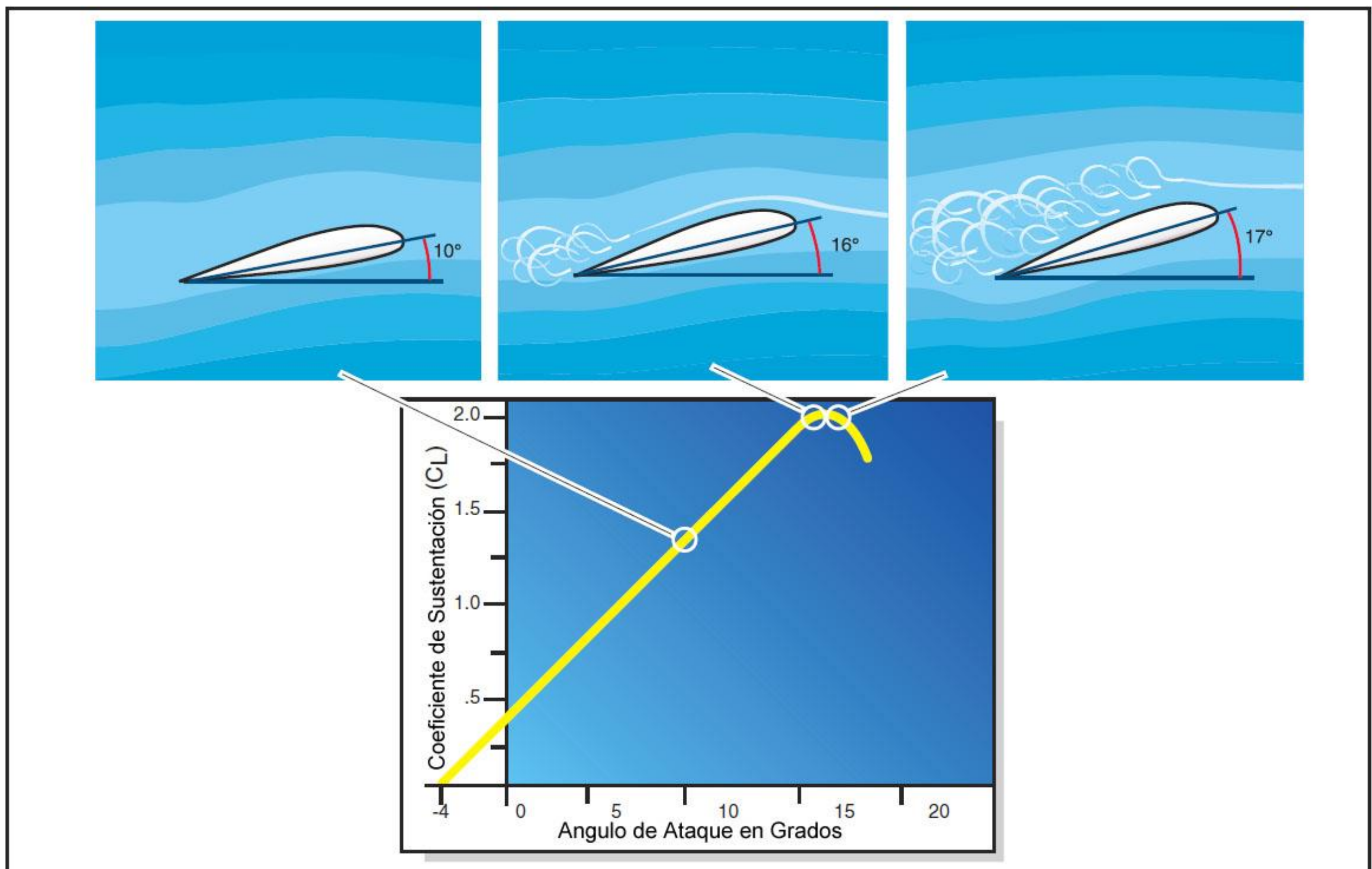


Figura 4-2. Angulo de ataque crítico y pérdida.

Reconocimiento de pérdidas

Los pilotos deben reconocer las condiciones de vuelo que conduzcan a pérdidas y saber cómo aplicar las acciones correctivas necesarias. Deben aprender a reconocer la proximidad de una pérdida por la vista, sonido, y sensación. Las siguientes señales pueden ser útiles en el reconocimiento de la pérdida.

- La visión es útil en la detección de una pérdida notando la actitud del avión. Este sentido sólo puede ser confiable cuando la pérdida es el resultado de una actitud inusual del avión. Dado que el avión también puede entrar en pérdida en una actitud normal, la visión en este caso sería de poca ayuda en la detección de la pérdida.
- La audición también es útil en la detección de una condición de pérdida de sustentación. En el caso de aviones con hélice de paso fijo en una condición con potencia, es particularmente notable un cambio en el sonido debido a la pérdida de revoluciones por minuto (rpm). La disminución del ruido producido por el aire que fluye a lo largo de la estructura del avión a medida que disminuye la velocidad también se bastante notoria, y cuando la pérdida es casi completa, a menudo aumentan en gran medida los ruidos de vibración e incidencias.
- La cinestesia, o la detección de cambios en la dirección o velocidad del movimiento, es probablemente el mejor y más importante indicador que debe entrenar y experimentar el piloto. Si esta sensibilidad se desarrolla correctamente, advertirá una disminución en la velocidad o el comienzo de una pérdida.
- La sensación es un sentido importante en el reconocimiento de la aparición de una pérdida. La sensación de la presión en los controles es muy importante. Al reducir la velocidad, la resistencia de las presiones sobre los controles se vuelve progresivamente menor. Las presiones ejercidas sobre los controles tienden a convertirse en movimientos de las superficies de control. El retraso entre estos movimientos y la respuesta del avión se hace mayor, hasta que en una pérdida total todos los controles se pueden mover casi sin resistencia, y con poco efecto inmediato en el avión. Justo antes de que se produzca la pérdida, pueden comenzar sacudidas, cabeceo incontrolable, o vibraciones.

Se han desarrollado varios tipos de indicadores de alerta de pérdida para advertir a los pilotos de una aproximación de pérdida. El uso de tales indicadores es valioso y deseable, pero la razón para practicar pérdidas es aprender a reconocer pérdidas sin el beneficio de los dispositivos de advertencia.

Fundamentos de la recuperación de una pérdida

Durante la práctica de pérdidas intencionales, el verdadero objetivo no es aprender cómo entrar en pérdida un avión, sino aprender cómo reconocer una pérdida próxima y tomar acciones correctivas inmediatas. [Figura 4-3] Aunque las acciones de recuperación deben ser tomadas de manera coordinada, acá se divide en tres acciones para fines de explicación.

Primero, al inicio de una pérdida, la actitud de cabeceo y el ángulo de ataque deben ser disminuidos de manera positiva e inmediata. Puesto que la causa básica de una pérdida es siempre un excesivo ángulo de ataque, primero la causa debe ser eliminada aliviando la presión en el elevador que era necesario para lograr este ángulo de ataque o moviendo el control del elevador hacia adelante. Esto baja la nariz y devuelve el ala a un ángulo de ataque efectivo. La cantidad de presión sobre el elevador o movimiento utilizado depende del diseño del avión, la gravedad de la pérdida, y la proximidad de la tierra. En algunos aviones, un movimiento moderado del control de timón de profundidad, tal vez un poco hacia adelante de posición neutral, es suficiente, mientras que en otros puede ser necesario un empujón hacia adelante a la posición máxima. Una carga negativa excesiva sobre las alas provocada por el movimiento excesivo hacia delante del elevador puede impedir, en lugar de acelerar, la recuperación de la pérdida. El objetivo es reducir el ángulo de ataque, pero sólo lo suficiente para permitir que el ala recupere sustentación.

En segundo lugar, se debe aplicar la potencia máxima permitida para aumentar la velocidad del avión y ayudar en la reducción de ángulo de ataque del ala. El acelerador debe ser avanzado de inmediato, pero suave, a la potencia máxima permitida. El instructor debe enfatizar, sin embargo, que la potencia no es esencial para una recuperación de pérdida segura si hay suficiente altura disponible. Reducir el ángulo de ataque es la única manera de recuperarse de una pérdida, independientemente de la cantidad de potencia utilizada.

Aunque las recuperaciones de pérdidas deben ser practicadas con y sin uso de potencia, en la mayoría de las pérdidas reales la aplicación de más potencia, si hay disponible, es una parte integral de la recuperación de la pérdida. Por lo general, cuanto mayor es la potencia aplicada, menor es la pérdida de altitud.

La aplicación de potencia máxima permitida en el instante de una pérdida por lo general no causa el



Figura 4-3. Reconocimiento y recuperación de una pérdida.

exceso de velocidad de un motor equipado con una hélice de paso fijo, debido a la alta carga impuesta a la hélice a bajas velocidades. Sin embargo, será necesario reducir la potencia al ganar velocidad después de la recuperación de la pérdida para que la velocidad no llegue a ser excesiva. Al realizar pérdidas intencionales, nunca debe permitir que la indicación del tacómetro supere la línea roja (máximas rpm permitidas) marcada en el instrumento.

Tercero, se debe retomar el vuelo recto y nivelado con el uso coordinado de todos los controles.

La práctica de pérdidas con potencia y sin potencia es importante ya que simula condiciones de pérdida que podrían ocurrir durante las maniobras normales de vuelo. Por ejemplo, las pérdidas con potencia se practican para mostrar lo que podría suceder si el avión asciende en una actitud de nariz excesivamente alta inmediatamente después del despegue o durante un viraje ascendente. Las pérdidas sin potencia se practican para mostrar lo que podría suceder si los controles se utilizan de forma incorrecta durante el viraje del segmento de base a la aproximación final. La pérdida recta sin potencia simula las características de vuelo y actitud de un avión en particular durante la aproximación final y el aterrizaje.

Por lo general, las primeras prácticas deberían incluir sólo aproximaciones a la pérdida, con la recuperación iniciada tan pronto como se note el primer sacudón o pérdida parcial del control. De esta manera, el piloto puede familiarizarse con las indicaciones al acercarse una pérdida sin que el avión realmente entre en pérdida. Una vez que el piloto se siente cómodo con este procedimiento, el avión debe ser frenado de una manera tal que entre en pérdida lo más cercano a la posición de cabeceo nivelado que sea posible. No se debe permitir al alumno que forme la impresión de que en todas las circunstancias, una actitud cabeceo alto es necesario sobrepasar el ángulo de ataque crítico, o que en cualquier circunstancia, una actitud de cabeceo nivelada o cerca del nivel es indicativo de un bajo ángulo de ataque. La recuperación debe ser practicada

primero *sin* la adición de potencia, sino meramente aliviando presión del elevador para que finalice la pérdida y el avión asuma una actitud de planeo normal. En este punto el instructor debe introducir al alumno la pérdida secundaria. Las recuperaciones de pérdidas deben luego ser practicadas añadiendo potencia para determinar la efectividad de la potencia al ejecutar una recuperación segura y minimizar la pérdida de altitud.

Los accidentes por pérdidas generalmente resultan de una pérdida involuntaria a baja altura en el que una recuperación no se completó antes del contacto con la superficie. Como medida preventiva, las pérdidas se deben practicar a una altura no inferior a 1.500 pies AGL que permita la recuperación. Para recuperar con una pérdida mínima de altitud se requiere una reducción en el ángulo de ataque (bajando la actitud de cabeceo del avión), la aplicación de potencia, y la terminación del descenso, sin entrar en otra pérdida (secundaria).

Uso de alerón/timón en la recuperación de pérdidas

Diferentes tipos de aviones tienen diferentes características de pérdida. La mayoría de los aviones están diseñados para que las alas entren en pérdida progresivamente hacia el exterior desde las raíces de las alas (donde el ala se une al fuselaje) a las puntas. Este es el resultado del diseño de alas de una manera que las puntas de las alas tienen menos ángulo de incidencia de las raíces. [Figura 4-4] Tal característica de diseño hace que las puntas de las alas tengan un ángulo de ataque menor que las raíces de las alas durante el vuelo.

Exceder el ángulo de ataque crítico produce una pérdida; las raíces de las alas de un avión excederán el ángulo crítico antes que las puntas alares, y las raíces entrarán en pérdida primero. Las alas están diseñadas de esta manera para que el control de alerones esté disponible a grandes ángulos de ataque (baja velocidad) y dar al avión características de pérdidas más estables.

Cuando el avión se encuentra en condición de pérdida, las puntas de las alas seguir proporcionando cierto grado de sustentación, y los alerones todavía tienen cierto efecto de control. Durante la recuperación de una pérdida, el regreso de la sustentación comienza en las puntas y progresa hacia las raíces. Por lo tanto, los alerones se pueden utilizar para nivelar las alas.

El uso de los alerones requiere delicadeza para evitar que se agrave la pérdida. Por ejemplo, si el ala derecha se cae durante la pérdida y se aplica demasiado control de alerón a la izquierda para levantar el ala, el alerón desviado hacia abajo (ala derecha) produciría un mayor ángulo de ataque (y resistencia), y posiblemente una pérdida más completa en la punta al exceder el ángulo de ataque crítico. El aumento de la resistencia creada por el alto ángulo de ataque en esa ala puede hacer que el avión guiñe en esa dirección. Esta guiñada adversa podría dar lugar a una barrena a menos que se mantenga control direccional con el timón, y/o se reduzca lo suficiente el control de alerón.

Aunque se haya aplicado gran presión de alerón, no se producirá una barrena si se mantiene el control direccional (guiñada) mediante la aplicación oportuna de presión en el timón. Por lo tanto, es importante que el timón se utilice correctamente tanto durante la entrada como la recuperación de una pérdida. El uso principal del timón de dirección en la recuperación de pérdidas es para contrarrestar cualquier tendencia del avión a guiñar o deslizar. La técnica correcta de recuperación sería la de disminuir la actitud de cabeceo



Figura 4-4. Corriente o flujo en la punta alar.

aplicando presión adelante sobre el elevador para romper la pérdida, avanzar el acelerador para aumentar la velocidad, y simultáneamente mantener control direccional con el uso coordinado de los alerones y el timón.

Características de la pérdida

Debido a las variaciones de diseño, las características de pérdida de todos los aviones no pueden ser descritas específicamente; sin embargo, las similitudes encontradas en pequeños aviones de entrenamiento de aviación general son lo suficientemente notables para ser consideradas. Cabe señalar que las indicaciones de advertencia de pérdida con y sin potencia serán diferentes. La pérdida sin potencia tendrá menos avisos notables (bataneo, sacudidas) que la pérdida con potencia. En la pérdida sin potencia, el aviso predominante puede ser la posición del control del elevador (elevador arriba contra los topes) y una gran tasa de descenso. Cuando se realiza una pérdida con potencia, el bataneo será probablemente la clave predominante que proporciona una indicación positiva de la entrada en pérdida. A los efectos de la certificación del avión, el aviso de pérdida podrá acreditarse ya sea a través de las cualidades aerodinámicas inherentes de la aeronave, o por un dispositivo de aviso de pérdida que le dará una indicación clara y distinguible de la pérdida. La mayoría de los aviones están equipados con un dispositivo de aviso de entrada en pérdida.

Los factores que influyen en las características de pérdida del avión son el balance, alabeo, actitud de cabeceo, coordinación, resistencia y potencia. El piloto debe conocer el efecto de las características de pérdida del avión que está volando y la corrección apropiada. Se debe recalcar que una pérdida puede ocurrir a cualquier velocidad, en cualquier actitud, o en cualquier ajuste de potencia, en función del número total de los factores que afectan el avión en particular.

Un número de factores puede ser inducido como resultado de otros factores. Por ejemplo, cuando el avión está en una actitud de viraje con nariz alta, el ángulo de alabeo tiene una tendencia a aumentar. Esto ocurre porque con la disminución de la velocidad, el avión comienza a volar en un arco más y más pequeño. Dado que el ala externa se está moviendo en un radio más grande y viaja más rápido que el ala interna, tiene más sustentación y aumenta la tendencia al alabeo. Al mismo tiempo, debido a la disminución de la velocidad y la sustentación en ambas alas, la actitud de cabeceo tiende a bajar. Además, puesto que la velocidad está disminuyendo, mientras que el ajuste de potencia se mantiene constante, el efecto del torque se hace más prominente, haciendo que el avión guiñe.

Durante la práctica de pérdidas en viraje con potencia, para compensar estos factores y mantener una actitud de vuelo constante hasta que se produce la pérdida, la presión de alerón debe ajustarse continuamente para mantener constante la actitud de alabeo. Al mismo tiempo, la presión atrás sobre el elevador debe incrementarse continuamente para mantener la actitud de cabeceo, así como aumentar la presión de timón a la derecha para mantener la bola centrada y prevenir que la guiñada adversa cambie la tasa de viraje. Si se permite que el alabeo sea demasiado escarpado, la componente vertical de la sustentación disminuye y se hace aún más difícil mantener una actitud de cabeceo constante.

Siempre que se practique pérdidas en viraje, se debe mantener una actitud de cabeceo y alabeo constante hasta que se produce la pérdida. Se debe aplicar cualquier presión de control que sea necesaria a pesar de tener los controles cruzados (presión del alerón en una dirección, presión del timón en la dirección opuesta). Durante la entrada en pérdida en viraje con potencia a la derecha, en particular, los controles se cruzarán en gran medida. Esto es debido a la presión del timón derecho que se utiliza para superar el torque y la presión de alerón izquierdo para impedir que aumente el alabeo.

Aproximación a la pérdida (pérdida inminente) - Con o sin potencia

Una pérdida inminente es una en la que el avión se está aproximando a una pérdida pero no se le permite que entre en pérdida completamente. Esta maniobra de pérdida es principalmente para practicar el mantenimiento (o recuperación) del control total de la aeronave inmediatamente después de reconocer que está casi en pérdida o es probable que ocurra una pérdida si no se toman medidas preventivas oportunas.

La práctica de estas pérdidas es de valor particular en el desarrollo de la sensación del piloto para la ejecución de maniobras en las que se requiere el máximo rendimiento del avión. Estas maniobras requieren del vuelo con el avión próximo a la pérdida, y la recuperación iniciada antes de que ocurra la pérdida. Al igual que en todas las maniobras que implican cambios significativos de altitud o dirección, el piloto debe asegurarse de que el área esté libre de otro tipo de tránsito antes de ejecutar la maniobra.

Estas pérdidas se pueden realizar en las actitudes y con la misma configuración de las pérdidas básicas completas u otras maniobras que se describen en este capítulo. Sin embargo, en lugar de permitir una pérdida completa, cuando se observa la primera sacudida o disminución de la eficacia del control, se debe reducir inmediatamente el ángulo de ataque liberando la

presión sobre el elevador y aplicando cualquier potencia adicional necesaria. Dado que el avión no estará completamente en pérdida, la actitud de cabeceo necesita ser disminuida sólo al punto en el que se alcanza la velocidad mínima controlable o hasta que se recupere la eficacia del control adecuada.

El piloto debe reconocer rápidamente la indicación de una pérdida y tomar oportunamente medidas de control positivas para evitar una pérdida total. La performance es insatisfactoria si se produce una pérdida total, si se alcanza una posición de cabeceo excesivamente baja, o si el piloto no adopta las medidas oportunas para evitar velocidad excesiva, excesiva pérdida de altitud, o entrar en barrena.

Pérdida total sin potencia

La práctica de pérdida sin potencia generalmente se realiza en condiciones normales de aproximación al aterrizaje simulando una pérdida accidental ocurrida durante las aproximaciones al aterrizaje. Los aviones equipados con flaps y/o tren de aterrizaje retráctil deben estar en configuración de aterrizaje. No se debe llevar una velocidad por encima de la velocidad normal de aproximación al entrar en la pérdida, ya que podría dar lugar a una actitud de nariz alta anormal. Antes de la ejecución de estas prácticas de pérdidas, el piloto debe estar seguro de que el área esté libre de otro tipo de tránsito aéreo.

Después de extender el tren de aterrizaje, aplicar calor al carburador (si procede), y retardando el acelerador al ralentí (o potencia normal de aproximación), el avión debe mantenerse a una altitud constante en vuelo nivelado hasta que la velocidad disminuye a la de una aproximación normal. El avión debe entonces bajar suavemente la nariz a la actitud normal de aproximación para mantener esa velocidad. Los flaps deben extenderse y la actitud de cabeceo ajustada para mantener la velocidad.

Cuando la actitud y velocidad de aproximación se han estabilizado, la nariz de la aeronave debe ser suavemente elevada a una actitud que inducirá una pérdida. El control direccional se debe mantener con el timón, las alas niveladas con el uso de los alerones, y una actitud de cabeceo constante mantenida con el elevador hasta que se produzca la entrada en pérdida. La pérdida será reconocida por avisos, tales como timón de profundidad (elevador) todo arriba, alta velocidad de descenso, cabeceo nariz abajo incontrolable, y el posible bataneo.

La recuperación de la pérdida se debe lograr reduciendo el ángulo de ataque, liberando la presión del elevador, y avanzando el acelerador a la máxima potencia permitida. Es necesario presión del timón derecho para superar los efectos del torque (par motor) al aumentar la potencia y bajar la nariz. [Figura 4-5]

La nariz debe ser bajada lo necesario para recuperar la velocidad y retornar a la actitud de vuelo recto y nivelado. Después de establecer una velocidad positiva de ascenso, los flaps y el tren de aterrizaje se retraen, según sea necesario, y cuando está en vuelo nivelado, el acelerador debe ser ajustado a potencia de crucero. Después de que la recuperación es completa, se debe iniciar un ascenso o procedimiento de aproximación frustrada, como lo requiera la situación, para garantizar una pérdida mínima de altitud.

La recuperación de la pérdida sin potencia también debe ser practicada con virajes suaves para simular una

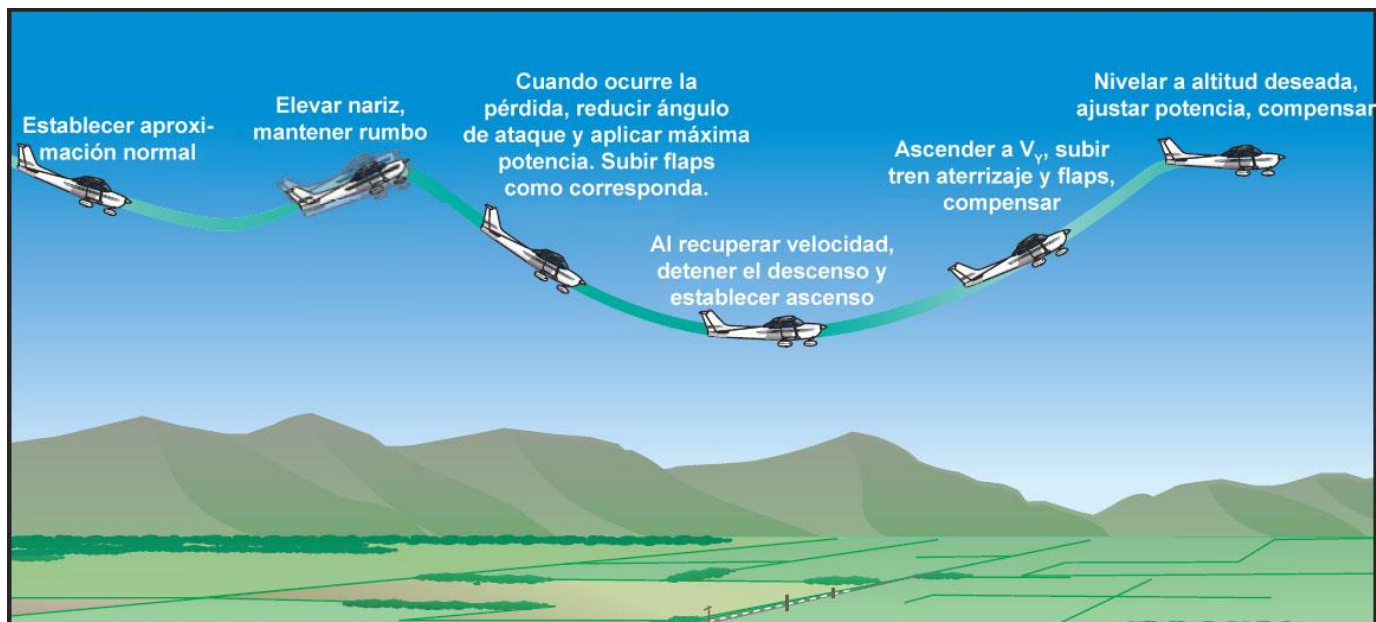


Figura 4-5. Pérdida sin potencia y recuperación.

pérdida inadvertida durante un viraje desde el tramo base al tramo final. Durante la práctica de estas pérdidas, se debe tener cuidado de que el viraje continúa a un ritmo uniforme hasta que se produce la pérdida completa. Si el viraje sin potencia no se coordina adecuadamente mientras se aproxima a la pérdida, puede volcarse cuando se produce la pérdida. Si el avión está deslizando, el ala externa puede entrar en pérdida primero y bajar de forma abrupta. Esto no afecta el procedimiento de recuperación de ninguna manera; el ángulo de ataque debe ser reducido, el rumbo mantenido, y las alas niveladas por el uso coordinado de los controles. En la práctica de pérdidas en viraje, no se debe hacer ningún intento por entrar en pérdida el avión en un rumbo predeterminado. Sin embargo, para simular un viraje desde base a final, la pérdida deberá normalmente ocurrir dentro de un cambio de rumbo de aproximadamente 90°.

Después de ocurrida la pérdida de sustentación, la recuperación debe hacerse en línea recta con una pérdida mínima de altitud, y llevada a cabo de conformidad con el procedimiento de recuperación discutida anteriormente.

Las recuperaciones de pérdida sin potencia deben llevarse a cabo tanto con y sin la adición de potencia, y pueden iniciarse justo después de que ocurre la pérdida, o después de que la nariz ha caído más allá de la actitud de vuelo nivelado.

Pérdida total con potencia

Las recuperaciones de pérdidas con potencia se practican desde ascensos rectos, y virajes en ascenso con 15 a 20° de alabeo, para simular una pérdida accidental que ocurre durante los despegues y ascensos. Los aviones equipados con flaps y/o tren de aterrizaje retráctil deberían normalmente estar en la configuración de despegue; sin embargo, las pérdidas con potencia también se deben practicar con el avión en configuración limpia (flaps y/o tren retraídos) como en un ascenso y salida normal.

Después de establecer la configuración de despegue o ascenso, el avión debe ser frenado a la velocidad de despegue normal, mientras se vigila la zona por otro tránsito aéreo. Cuando se alcanza la velocidad deseada, la potencia debe ajustarse a la potencia de despegue para la pérdida en despegue o la potencia de ascenso recomendada para la pérdida de salida, mientras se establece la actitud de ascenso. El objetivo de la reducción de la velocidad a velocidad de despegue antes de avanzar el acelerador al ajuste recomendado es evitar una actitud de nariz arriba excesiva por un largo período antes de que el avión entre en pérdida.

Una vez establecida la actitud de ascenso, la nariz se lleva entonces suavemente hacia arriba a una actitud obviamente imposible de mantener por el avión y se mantiene esa actitud hasta que se produce la pérdida total. En la mayoría de los aviones, después de alcanzar la actitud de pérdida, el control del elevador debe ser movido progresivamente más hacia atrás al disminuir la velocidad hasta que, en pérdida total, habrá llegado a su límite y no puede ser movido más hacia atrás.

La recuperación de la pérdida debe lograrse reduciendo

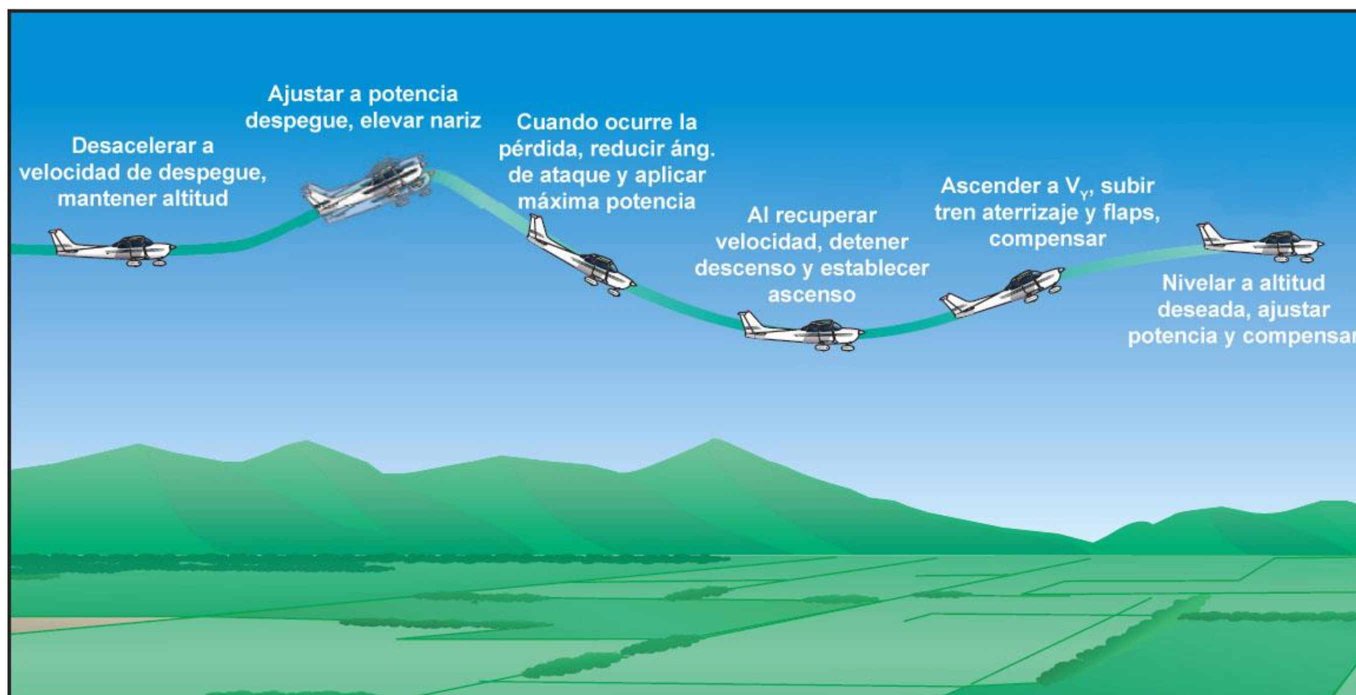


Figura 4-6. Pérdida con potencia y recuperación.

inmediatamente el ángulo de ataque liberando la presión positiva sobre el elevador y, en el caso de una pérdida de salida, avanzar suavemente el acelerador a potencia máxima permitida. En este caso, ya que el acelerador ya está en el ajuste de potencia de ascenso, la adición de potencia será relativamente ligera. [Figura 4-6]

La nariz debe ser bajada lo necesario para recuperar la velocidad de vuelo con la mínima pérdida de altitud y luego levantada a la actitud de ascenso. Luego, el avión debe retornar a la actitud de vuelo recto y nivelado normal, y cuando está en vuelo nivelado normal, el acelerador debe ser devuelto al ajuste de potencia de crucero. El piloto debe reconocer al instante cuando se ha producido la pérdida y tomar acciones inmediatas para evitar una condición de pérdida prolongada.

Pérdida secundaria

Esta pérdida se llama pérdida secundaria, ya que puede ocurrir después de una recuperación de una pérdida anterior. Es causada por el intento de acelerar la realización de la recuperación de una pérdida antes de que el avión haya recuperado suficiente velocidad de vuelo. [Figura 4-7] Cuando se produce esta pérdida, la presión sobre el elevador se debe liberar de nuevo como en una recuperación de pérdida normal. Cuando se ha recuperado suficiente velocidad, el avión puede entonces ser devuelto al vuelo recto y nivelado.

Esta pérdida se produce normalmente cuando el piloto utiliza el control en forma abrupta para volver al vuelo recto y nivelado tras una recuperación de pérdida o barrena. También se produce cuando el piloto no logra reducir el ángulo de ataque lo suficiente durante una recuperación de pérdida por no bajar la actitud de cabeceo suficientemente, o tratando de terminar la pérdida utilizando solamente la potencia.

Pérdida acelerada

Aunque las pérdidas que se acaban de discutir se producen normalmente a una velocidad específica, el piloto debe entender muy bien que todas las pérdidas resultan solamente por intentar volar con ángulos de ataque excesivamente altos. Durante el vuelo, el ángulo de ataque de un ala se determina por un número de factores, los más importantes de los cuales son la velocidad, el peso bruto del avión, y el factor de carga impuesto por las maniobras.

Con el mismo peso bruto, configuración del avión, y ajuste de potencia, un avión determinado entrará en pérdida constantemente a la misma velocidad indicada si no hay involucrada aceleración. El avión, sin embargo, entrará en pérdida a una velocidad indicada mayor cuando se impongan cargas excesivas por maniobras como virajes escarpados, ascensos bruscos, u otros cambios bruscos en la trayectoria de vuelo. Las pérdidas producidas a partir de tales situaciones de vuelo son llamadas "pérdidas aceleradas por maniobra", un término que no hace referencia a las velocidades involucradas.

Las pérdidas que resultan de las maniobras bruscas tienden a ser más rápidas, o graves, que las pérdidas no aceleradas, y debido a que se producen a velocidades más altas de lo normal, y/o pueden ocurrir a una actitud de cabeceo más baja que la anticipada, pueden ser inesperadas para un piloto inexperto. Si no se

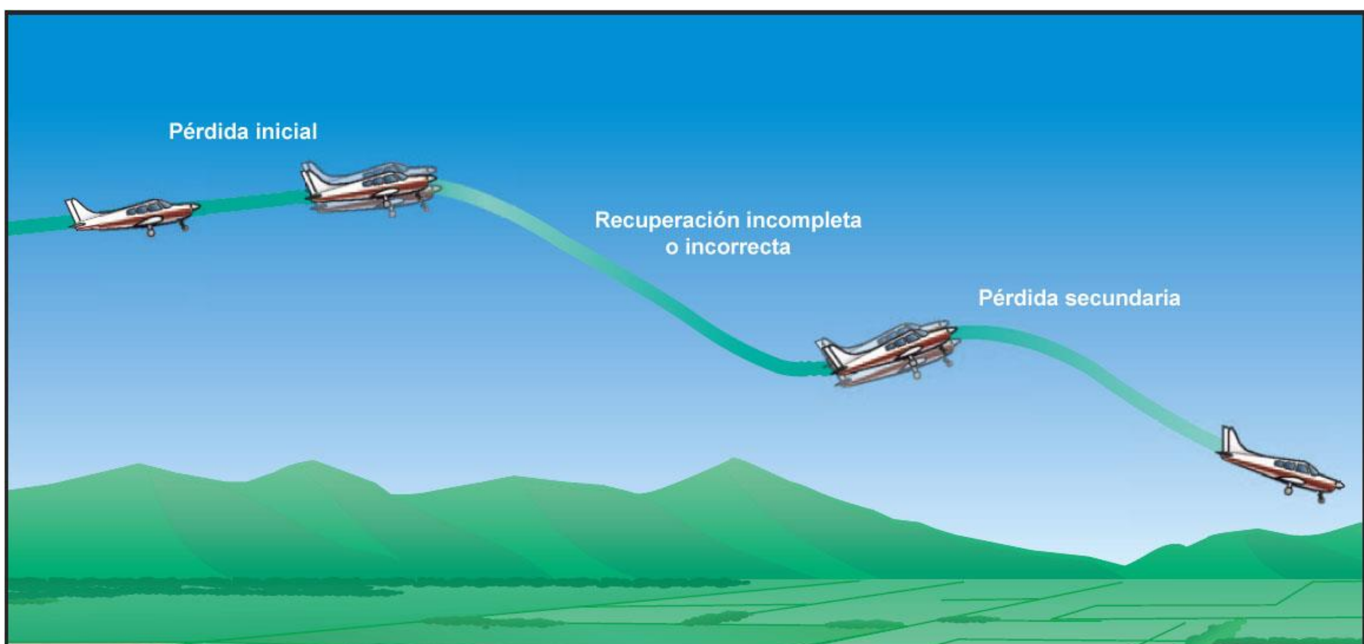


Figura 4-7. Pérdida secundaria.

toman medidas inmediatas para la recuperación cuando se produce una pérdida acelerada puede dar lugar a una pérdida total del control del vuelo, en particular, barrenas con potencia.

Esta pérdida no debe ser practicada con los flaps en posición extendida, debido a las limitaciones de cargas "G" menores en esa configuración.

Las pérdidas aceleradas por maniobra no se deben realizar en ningún avión, lo cual está prohibido por sus restricciones en la certificación de tipo o Manual de Vuelo del Avión (AFM) y/o Manual de Operación del Piloto (POH). Si se permiten, deben realizarse con un alabeo de aproximadamente 45°, y en ningún caso a una velocidad mayor que la velocidad recomendada por el fabricante del avión o la velocidad de maniobra especificada para el avión. La velocidad de maniobra de diseño es la velocidad máxima a la que el avión puede entrar en pérdida o la aplicación máxima de control aerodinámico disponible no superará el factor de carga límite del avión. En o por debajo de esta velocidad, el avión entrará en pérdida antes de superar el factor de carga límite. Estas velocidades no deben sobrepasarse debido a las cargas estructurales extremadamente altas que se imponen al avión, sobre todo si hay turbulencias. En la mayoría de los casos, estas pérdidas deben realizarse a no más de 1,2 veces la velocidad normal de pérdida.

El objetivo de demostrar pérdidas aceleradas no es el desarrollo de habilidad en la creación de la pérdida, sino aprender cómo pueden ocurrir y desarrollar la capacidad de reconocer estas pérdidas de inmediato, y adoptar medidas de recuperación rápidas y efectivas. Es importante que las recuperaciones se hagan a la primera indicación de la pérdida, o inmediatamente después de que la pérdida se ha desarrollado totalmente; nunca se debe permitir un estado de pérdida prolongado.

Un avión entrará en pérdida durante un viraje escarpado coordinado exactamente como lo hace desde un vuelo recto, excepto que el cabeceo y alabeo tienden a ser más repentinos. Si el avión se está deslizando hacia el interior del viraje en el momento que se produce la pérdida, tiende a rolar rápidamente hacia el exterior del viraje al bajar la nariz porque el ala externa entra en pérdida antes que el ala interior. Si el avión está derrapando hacia el exterior del viraje, tenderá a rolar hacia el interior del viraje debido a que el ala interior entra en pérdida primero. Si la coordinación del viraje al momento de la pérdida es precisa, la nariz del avión bajará del mismo modo que lo hace en una pérdida de vuelo recto, ya que ambas alas entran en pérdida simultáneamente.

Una demostración pérdida acelerada se demuestra mediante el establecimiento de la actitud de vuelo deseada, y luego, suave, firme, y progresivamente se aumenta el ángulo de ataque hasta que se produce la pérdida. Debido al rápido cambio de actitud de vuelo, la entrada en pérdida repentina, y la posible pérdida de altitud, es extremadamente importante que el área esté libre de otras aeronaves y la altitud de inicio sea adecuada para una recuperación segura.

Esta demostración de pérdida, como en todas las pérdidas, se logra ejerciendo excesiva presión atrás de elevador. Ocurrirá más frecuentemente durante la mala ejecución de virajes escarpados, recuperaciones de pérdidas y barrenas y recuperación de picados. Los objetivos son determinar las características de pérdida del avión y desarrollar la capacidad de recuperar instintivamente en el inicio de una pérdida producida por velocidad de pérdida o actitud de vuelo distinta a lo normal. Una pérdida acelerada, aunque por lo general se demuestra en virajes escarpados, en realidad puede ser encontrada en cualquier momento que se aplique excesiva presión atrás de elevador y/o el ángulo de ataque se incremente demasiado rápido.

Desde vuelo recto y nivelado a velocidad de maniobra o menor, el avión debe ser alabeado a un viraje escarpado nivelado y aplicarse gradualmente presión sobre el elevador. Una vez establecidos el viraje y alabeo, la presión de elevador debe ser suave y constantemente aumentada. La fuerza centrífuga resultante aparente empujará al piloto sobre el asiento, aumentará la carga alar, y disminuirá la velocidad. Después que la velocidad alcance la velocidad de maniobra o dentro de los 20 nudos por encima de la velocidad de pérdida no acelerada, debe incrementarse con firmeza la presión sobre el elevador hasta que se produzca una pérdida definitiva. Deben respetarse las restricciones de velocidad para evitar que se exceda el límite de carga del avión.

Cuando el avión entra en pérdida, la recuperación debe realizarse con prontitud, liberando suficiente presión de elevador y aumentando la potencia para reducir el ángulo de ataque. Si se hace un viraje no coordinado, una de las alas puede tender a bajar repentinamente, provocando que el avión role en esa dirección. Si esto ocurre, se debe liberar el exceso de presión sobre el elevador, agregar potencia, y retornar el avión al vuelo recto y nivelado aplicando presiones de control coordinado.

El piloto debe reconocer cuando la pérdida es inminente y tomar medidas inmediatas para evitar una condición de pérdida total. Es imperativo que se evite una pérdida prolongada, velocidad excesiva, pérdida excesiva de altitud, o barrena.

Pérdida con controles cruzados

El objetivo de la maniobra de demostración de pérdida con controles cruzados es mostrar el efecto de la técnica de control inadecuado y enfatizar la importancia del uso de controles coordinados cuando hace un viraje. Este tipo de pérdida se produce con los controles cruzados, alerones aplicados en una dirección y timón en la dirección opuesta.

Además, cuando se aplica una presión atrás excesiva sobre el elevador, puede dar lugar a una pérdida con control cruzado. Este es una pérdida que es más probable que ocurra durante un viraje (en aterrizaje) de base a final mal planeado y ejecutado, y con frecuencia es el resultado de sobrepasar la línea central de la pista durante ese viraje. Normalmente, la acción apropiada para corregir si se pasa de la pista es aumentar la velocidad del giro mediante el uso de los alerones y el timón coordinados. A la relativamente baja altura del viraje desde base a final, los pilotos entrenados inadecuadamente pueden ser temerosos de aumentar el alabeo para aumentar la velocidad del viraje, y en lugar de aumentar el ángulo de alabeo, lo mantienen constante y tratan de aumentar la velocidad de viraje añadiendo más presión al timón en un esfuerzo para alinease con la pista.

La adición de presión sobre el timón hacia el interior hará que la velocidad del ala externa aumente, por lo tanto, creará una mayor sustentación en esa ala. Para evitar que esa ala se eleve y mantener un ángulo constante de alabeo, necesita aplicar presión opuesta sobre el alerón. El agregado de presión de timón hacia el interior también hará que la nariz baje en relación al horizonte. En consecuencia, se requiere una presión de elevador adicional para mantener una actitud de cabeceo constante. La condición resultante es un viraje con el timón aplicado en una dirección, alerones en la dirección opuesta, y excesiva presión sobre el elevador, condición de control cruzado pronunciada.

Dado que el avión está en un viraje derrapado durante la condición de control cruzado, el ala en el exterior del viraje se acelera y produce más sustentación que el ala interior, por lo que el avión comienza a aumentar su alabeo. El alerón hacia abajo en el interior del viraje ayuda a tirar el ala hacia atrás, frenarla y disminuir su sustentación, lo que requiere de la aplicación de más alerón. Esto aumenta más el alabeo del avión. El rolido puede ser tan rápido que es posible que el alabeo sea vertical o pase la vertical antes de que pueda ser detenido.

Para la demostración de la maniobra, es importante que se haga a una altitud de seguridad a causa de la posible actitud de nariz abajo y pérdida de altitud extremas que se pueden producir.

Antes de la demostración de esta pérdida, el piloto deberá revisar la zona por tránsito aéreo mientras lentamente retarda el acelerador. A continuación, el tren de aterrizaje debe ser bajado (si tiene tren retráctil), el acelerador cerrado y la altitud mantenida hasta la velocidad se acerca a la velocidad de planeo normal. Debido a la posibilidad de superar las limitaciones del avión, los flaps no deben extenderse. Mientras se establecen la actitud y velocidad de planeo, el avión debe ser compensado. Cuando se estabiliza el planeo, el avión debe ser alabeado a un viraje medio para simular un viraje a final que sobrepase la línea central de la pista.

Durante el viraje, se debe aplicar presión de timón excesivo en la dirección del giro pero el alabeo mantenido constante mediante la aplicación de presión de alerón opuesto. Al mismo tiempo, se requiere un aumento de presión de elevador para evitar que la nariz baje.

Todas estas presiones de control deben incrementarse hasta que el avión entra en pérdida. Cuando se produce la pérdida, la recuperación se realiza por la liberación de las presiones de control y el aumento de potencia tanto como sea necesario para recuperarse.

En una pérdida con control cruzado, el avión con frecuencia entra en pérdida con poca advertencia. La nariz puede bajar, el ala interna puede caer de repente, y el avión puede continuar rolando a una posición invertida. Este es generalmente el inicio de una barrena. Es obvio que cerca de la tierra no es lugar para permitir que esto suceda.

La recuperación debe hacerse antes de que el avión entre en una actitud anormal (espiral vertical o barrena); es una simple cuestión de volver al vuelo recto y nivelado por el uso coordinado de los controles. El piloto debe ser capaz de reconocer cuando esta pérdida es inminente y debe tomar medidas inmediatas para evitar una condición de pérdida total. Es imperativo que este tipo de pérdida no se produzca durante una aproximación al aterrizaje real, ya que la recuperación puede ser imposible antes del contacto con el suelo debido a la baja altitud.

El instructor debe ser consciente que durante las operaciones en circuito de tránsito, las condiciones que dan lugar a sobrepasar el viraje desde el tramo base a la aproximación final, aumenta dramáticamente la posibilidad de una pérdida acelerada involuntaria mientras el avión está en una condición de control cruzado.

Pérdida por compensador de elevador

La maniobra de pérdida por compensador de elevador muestra lo que puede ocurrir cuando se aplica la



Figura 4-8. Pérdida por compensador de elevador.

máxima potencia durante una aproximación frustrada y no se mantiene control positivo del avión. [Figura 4-8] Tal situación puede ocurrir durante un procedimiento de aproximación frustrada de una aproximación normal de aterrizaje, o una simulación de aproximación para el aterrizaje forzoso, o inmediatamente después de un despegue. El objetivo de la demostración es mostrar la importancia de aplicar potencia suave, superando las fuertes fuerzas de compensación y mantenimiento del control positivo del avión para mantener actitudes de vuelo seguras, y el uso de técnicas de compensación adecuadas y oportunas.

A una altitud de seguridad y después de asegurarse que el área esté libre de otro tipo de tránsito aéreo, el piloto debe retardar lentamente el acelerador y extender el tren de aterrizaje (si tiene tren retráctil). Debe bajar flaps desde medio a full flaps, cerrar el acelerador y mantener la altitud hasta que la velocidad esté cerca de la velocidad de planeo normal. Cuando se establece el planeo normal, el avión debe ser compensado para el planeo del mismo modo que se haría durante una aproximación al aterrizaje (compensar nariz arriba).

Durante este planeo de aproximación final simulado, el acelerador se avanza suavemente a la máxima potencia permitida tal como se haría en un procedimiento de aproximación frustrada. Las fuerzas combinadas de empuje, torque, y compensador de elevador tenderán a hacer que la nariz se eleve bruscamente y gire a la izquierda.

Cuando el acelerador está totalmente avanzado y la actitud de cabeceo aumenta por encima de la actitud normal de ascenso y es evidente que se acerca la pérdida, se debe aplicar la presión hacia adelante adecuada para retornar el avión a la actitud normal de ascenso. Mientras mantiene el avión en esta actitud, el compensador debe ser ajustado para aliviar las altas presiones de control y completar los procedimientos de aproximación frustrada y nivelado.

El piloto debe reconocer cuando se aproxima a la pérdida, y tomar medidas inmediatas para evitar una condición de pérdida total. Es imperativo que no ocurra una pérdida durante una aproximación frustrada real.

Errores comunes en la realización de pérdidas intencionales son:

- Falla al asegurarse que el área esté libre.
- Incapacidad para reconocer la aproximación de la pérdida sintiendo el avión.
- Recuperación prematura.
- Exceso de confianza en el indicador de velocidad, mientras ignora otras señales.
- Atención inadecuada que resulta en una condición de ala baja involuntaria durante la entrada.
- Presión atrás de elevador excesiva que resulta en una actitud de nariz arriba exagerada durante la entrada.
- Control del timón inadecuado.
- Pérdida secundaria inadvertida durante la recuperación.
- Falla al mantener un ángulo de alabeo constante durante las pérdidas en viraje.
- Excesiva presión hacia delante de elevador durante la recuperación resultando en cargas negativas en las alas.

- Excesiva velocidad durante la recuperación.
- Falla al toman medidas oportunas para evitar la pérdida total durante la realización de aproximación a pérdidas.

BARRENAS

Una barrena (spin) puede ser definida como una pérdida agravada que resulta en lo que se denomina "autorrotación" en la que el avión sigue una trayectoria hacia abajo en tirabuzón. Al rotar el avión alrededor del eje vertical, el ala ascendente está en menos pérdida que el ala descendente creando un movimiento de alabeo guiñada, y cabeceo. El avión es básicamente, forzado hacia abajo por la gravedad, alabeando, guiñando y cabeceando en una trayectoria en espiral. [Figura 4-9]

La autorrotación resulta de un ángulo de ataque desigual en las alas del avión. El ala que se eleva tiene un ángulo de ataque decreciente, donde la sustentación relativa aumenta y la resistencia disminuye. En efecto, esta ala está en menos pérdida. Mientras tanto, el ala descendente tiene un ángulo de ataque creciente, pasando el ángulo de ataque crítico del ala (pérdida) donde la sustentación relativa disminuye y la resistencia aumenta.

Un spin se produce cuando el ala del avión supera su ángulo de ataque crítico (pérdida) con un deslizamiento lateral o guiñada que actúa sobre el avión en, o más allá, de la pérdida real. Durante esta maniobra no coordinada, un piloto puede no ser consciente de que se ha superado el ángulo de ataque crítico hasta que el avión guiña fuera de control hacia el ala descendente. Si no se inicia la recuperación de pérdida de inmediato, el avión puede entrar en barrena.

Si esta pérdida se produce mientras el avión está en un viraje deslizado o derrapando, esto puede resultar en una entrada en barrena y rotar en la dirección que se está aplicando timón de dirección, independientemente de que ala se eleva.

Muchos aviones tienen que ser forzados a barrenar y requieren considerable juicio y técnica para conseguir iniciar la barrena. Estos mismos aviones que tienen que ser obligados a iniciar el spin, pueden accidentalmente iniciar el spin por el mal manejo de los controles en los virajes, pérdidas, y vuelo a velocidades mínimas controlables. Este hecho es evidencia adicional de la necesidad de practicar las pérdidas hasta que se desarrolle la capacidad de reconocer y recuperarse de ellas.

A menudo, un ala cae al principio de una pérdida. Cuando esto sucede, la nariz se intente a mover (guiñar) en la dirección del ala baja. Aquí es donde el

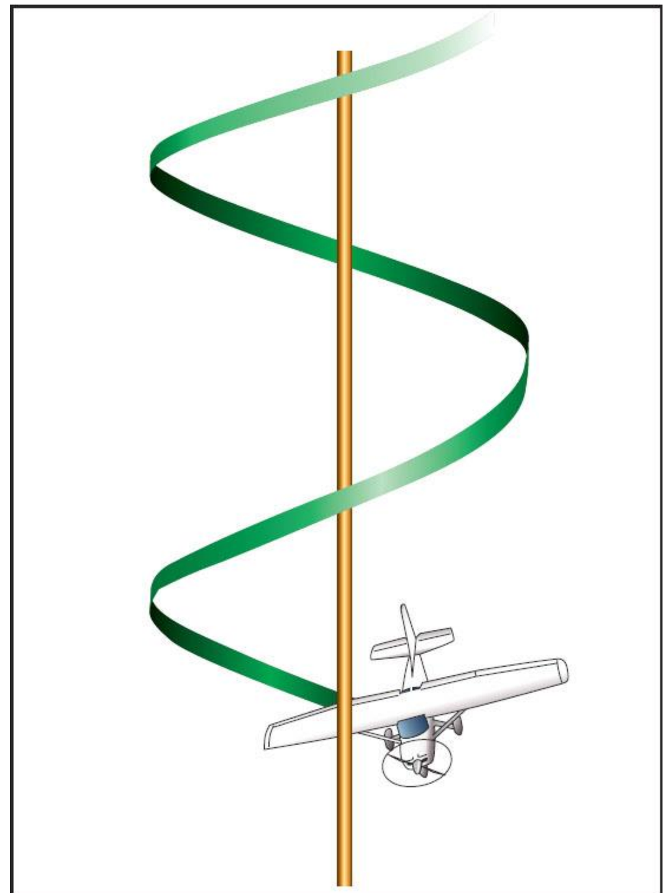


Figura 4-9. Barrena; una pérdida agravada y autorrotación.

uso del timón es importante durante una pérdida. Se debe aplicar la cantidad correcta de timón contrario para evitar que la nariz guiñe hacia el ala baja. Un spin se puede evitar manteniendo el control direccional y no permitiendo que la nariz guiñe hacia el ala baja, antes de iniciar la recuperación de la pérdida. Si se permite que la nariz guiñe durante la pérdida, el avión comenzará a deslizar en la dirección del ala baja, y entrará en barrena. Un avión debe entrar pérdida para producir un spin; por lo tanto, la práctica continua de pérdidas ayudará al piloto a desarrollar una reacción más instintiva e inmediata en el reconocimiento de una barrena próxima. Es esencial aprender a aplicar una acción correctiva inmediata en cualquier momento que es evidente que el avión se acerca a las condiciones de spin. Si es imposible evitar una barrena, el piloto debe ejecutar de inmediato los procedimientos de recuperación de barrena.

Procedimientos de barrenas

El instructor de vuelo debe demostrar barrenas en los aviones que están aprobados para barrenas. Los procedimientos o técnicas especiales de barrenas requeridos para un avión en particular, no se presentan aquí. Antes de iniciar cualquier operación de spin, deben ser revisados los siguientes elementos.

- La sección de limitaciones del AFM/POH, carteles, o los datos de certificación de tipo, para determinar si el avión está aprobado para barrenas.
- Limitaciones de peso y balance.
- Los procedimientos recomendados de entrada y recuperación.
- Los requisitos para los paracaídas. Sería conveniente revisar las Regulaciones vigentes para los últimos requisitos de paracaídas.

Debe llevarse a cabo una de verificación previa del avión a fondo con especial énfasis en los elementos que estén demás o sueltos que puedan afectar el peso, centro de gravedad, y el controlabilidad del avión. Cables de control sueltos o flojos (particularmente de dirección y profundidad) podrían evitar deflexiones totales de los controles y retrasar o impedir la recuperación en algunos aviones.

Previo al comienzo del entrenamiento en barrenas, la zona de vuelo, por encima y por debajo del avión, deben ser verificadas por tránsito aéreo. Esto se puede realizar mientras desacelera el avión para la entrada en barrena. Todo entrenamiento de barrenas debe iniciarse a una altura lo suficientemente alta para una recuperación completa en o por encima de los 1.500 pies AGL.

Puede ser apropiado introducir el entrenamiento de spin practicando primero pérdidas con y sin potencia en una configuración limpia. Esta práctica se utiliza para familiarizar al estudiante con las características de pérdida y recuperación específicas del avión. Se debe tener cuidado con el manejo de la potencia (acelerador) en las entradas y durante las barrenas. La calefacción del carburador debe aplicarse de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

Hay cuatro fases en una barrena: **entrada, incipiente, desarrollo,** y **recuperación.** [Figura 4-10 en la página siguiente]

Fase de entrada

La fase de entrada es donde el piloto proporciona los elementos necesarios para el spin, ya sea accidental o intencionalmente. El procedimiento de entrada para la demostración de una barrena es similar a una pérdida sin potencia. Durante la entrada, la potencia debe reducirse lentamente a ralentí, mientras simultaneamente se sube la nariz a una actitud de cabeceo que asegurará una pérdida. A medida que el avión se acerca a la pérdida, aplique suavemente timón de dirección en la dirección deseada de rotación del spin mientras se aplica elevador atrás (arriba) hasta el límite del recorrido. Siempre mantenga los alerones en posición neutral durante el procedimiento de barrena a menos que el AFM/POH especifique lo contrario.

Fase incipiente

La fase incipiente va desde el momento en que el avión entra en pérdida y comienza a rotar hasta que el spin se ha desarrollado totalmente. Este cambio puede tardar hasta dos vueltas para la mayoría de los aviones. Las barrenas incipientes que no se les permite convertirse en barrenas estables son los más utilizados en el entrenamiento de spin y las técnicas de recuperación. En esta fase, las fuerzas aerodinámicas e inerciales no han logrado un equilibrio. Medida que se desarrolla la barrena incipiente, la velocidad indicada debe estar cerca o por debajo de la velocidad de pérdida, y el indicador de giro y deslizamiento debe indicar la dirección del giro.

El procedimiento de recuperación del spin incipiente debe ser iniciado antes de completar una rotación de 360°. El piloto debe aplicar timón total en dirección opuesta a la dirección de rotación. Si el piloto no está seguro de la dirección del spin, compruebe el indicador de viraje y resbalamiento; se mostrará una desviación en el sentido de rotación.

Fase de desarrollo

La fase de desarrollo se produce cuando la tasa de rotación angular del avión, la velocidad, y la velocidad vertical se estabilizan, mientras está en una trayectoria de vuelo casi vertical. Aquí es donde las fuerzas aerodinámicas e inerciales están en equilibrio, y la actitud, ángulos y movimientos alrededor del eje vertical son constantes o repetitivos. El spin está en equilibrio.

Fase de recuperación

La fase de recuperación se produce cuando el ángulo de ataque de las alas disminuye por debajo del ángulo de ataque crítico y la autorrotación se ralentiza. A continuación, la nariz cae y la rotación se detiene. Esta fase puede durar de un cuarto de vuelta a varias vueltas.

Para recuperar, los movimientos de control se inician para perturbar el equilibrio de la barrena deteniendo la rotación y la pérdida. Para llevar a cabo la recuperación del spin, se deben seguir los procedimientos recomendados por el fabricante. En la ausencia de procedimientos y técnicas de recuperación recomendados por el fabricante, se recomiendan los siguientes procedimientos de recuperación de spin.

> Paso 1: REDUCIR LA POTENCIA (ACELERADOR) AL RALENTÍ. La potencia agrava las características de spin. Por lo general resulta en una actitud de spin más plano y aumenta las tasas de rotación.

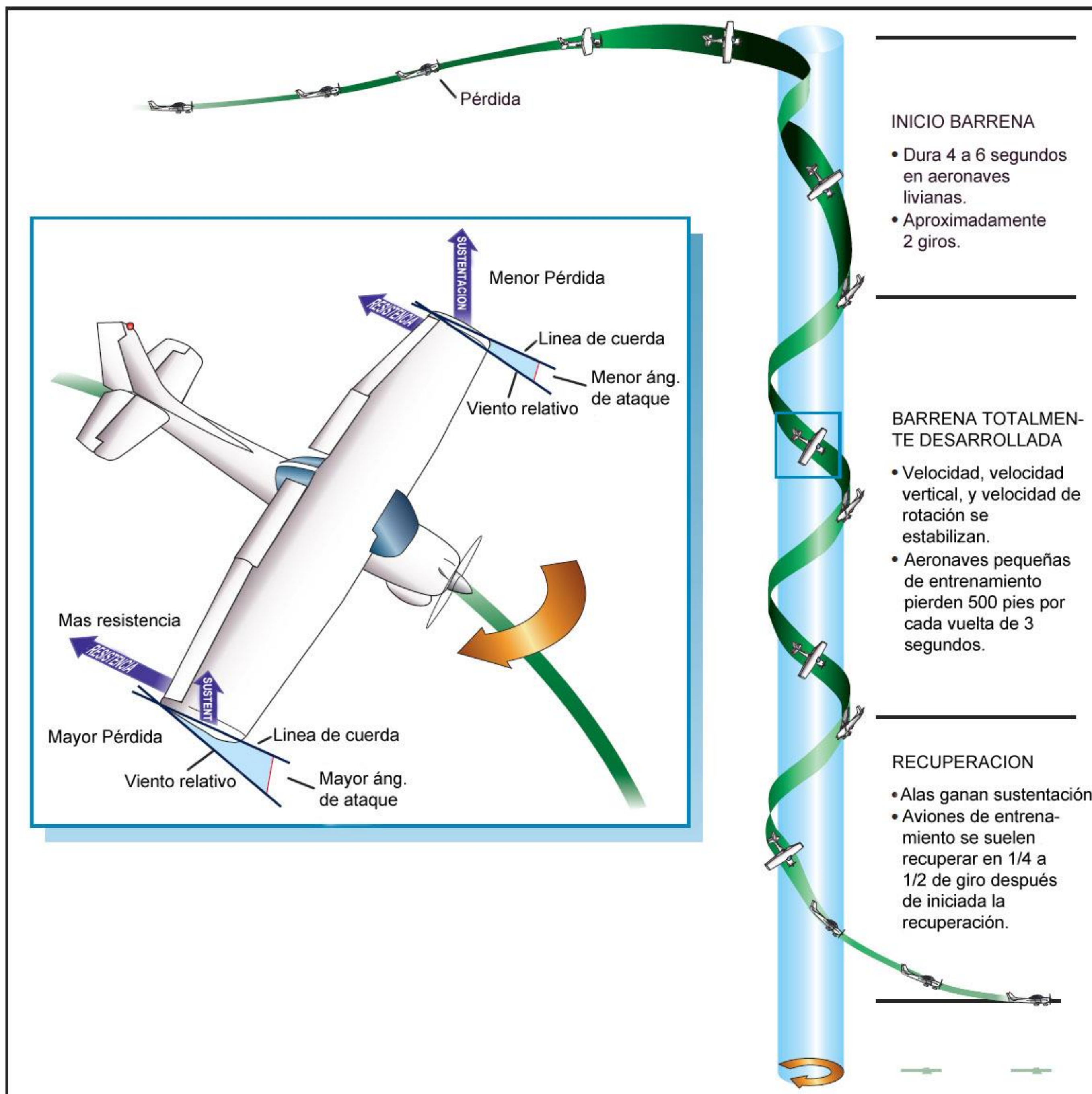


Figura 4-10. Entrada y recuperación de la barrena o spin.

Paso 2: COLOCAR LOS ALERONES EN NEUTRAL. Los alerones pueden tener un efecto adverso en la recuperación de barrenas. El control de alerones en la dirección del spin puede acelerar la velocidad de rotación y retrasar la recuperación. El control de alerón opuesto a la dirección del spin puede causar que el alerón hacia abajo lleve el ala a una pérdida más profunda y agrave la situación. El mejor procedimiento es asegurar que los alerones estén neutrales.

Paso 3: APLIQUE TIMÓN TOTAL EN CONTRA DE LA ROTACIÓN. Asegúrese de que se ha aplicado completamente (al tope) timón opuesto.

Paso 4: MUEVA EN FORMA POSITIVA Y ENÉRGICA, DIRECTO HACIA ADELANTE, EL CONTROL DEL ELEVADOR, MÁS ALLÁ DE NEUTRAL PARA ROMPER LA PÉRDIDA. Esto debe hacerse inmediatamente después de la aplicación plena del timón. El movimiento forzado del elevador disminuirá el excesivo

ángulo de ataque y romperá la pérdida. Los controles deberán mantenerse firmemente en esta posición. Cuando la pérdida se "rompa", el spin se detendrá.

Paso 5: DESPUES QUE LA ROTACION SE DETIENE, NEUTRALIZAR EL TIMÓN. Si el timón no se neutraliza en este momento, el subsiguiente aumento de velocidad actuando sobre el timón desviado causará un efecto de guiñada o derrape.

Se deben evitar los movimientos de controles lentos y excesivamente cautelosos durante la recuperación del spin. En ciertos casos se ha encontrado que tales movimientos resultan en que el avión continúa en barrena indefinidamente, incluso con acciones anti-spin. Una técnica enérgica y positiva, por otra parte, resulta en una recuperación de spin más positiva.

Paso 6: COMENZAR A APLICAR PRESIÓN DE ELEVADOR ATRÁS PARA LEVANTAR LA NARIZ Y NIVELAR EL VUELO. Se debe tener cuidado de no aplicar excesiva presión atrás del elevador después de que la rotación se detiene. El exceso de presión puede causar una pérdida secundaria y resultar en otro spin. Se debe tener cuidado de no exceder los límites "G" de carga y limitaciones de velocidad durante la recuperación. Si los flaps y/o tren de aterrizaje retráctil se han extendido antes del spin, se deben retraer tan pronto como sea posible después de la entrada en barrena.

Es importante recordar que los procedimientos y técnicas de recuperación de barrenas que se recomiendan arriba son para su uso sólo en la ausencia de procedimientos del fabricante. Antes que cualquier piloto intente comenzar a entrenar barrenas, debe estar familiarizado con los procedimientos previstos por el fabricante para la recuperación de barrenas.

Los problemas más comunes en la recuperación de barrenas incluyen confusión piloto sobre el sentido de rotación y si la maniobra es un spin o una espiral descendente. Si la velocidad está aumentando, el avión ya no está en una barrena, sino en una espiral. En un spin, el avión está en pérdida. La velocidad indicada, por lo tanto, debe reflejar la velocidad de pérdida.

BARRENA INTENCIONAL

La *barrena intencional* de un avión, para el cual la maniobra de barrena no está aprobada específicamente, NO está autorizada por este manual o las Regulaciones. Las fuentes oficiales para determinar si la maniobra de spin **es aprobada** o **no aprobada** para un avión específico son:

- Certificado de Tipo o especificaciones de la aeronave.
- La sección de limitaciones del AFM/POH aprobado. Las secciones de limitaciones pueden proporcionar requisitos específicos adicionales para la autorización de la barrena, como limitar el peso bruto, rango de CG, y cantidad de combustible.
- En un cartel situado a la vista del piloto en el avión, NO APROBADO PARA MANIOBRAS ACROBÁTICAS INCLUYENDO BARRENAS. En aviones con carteles contra spin, no hay seguridad de que sea posible la recuperación de un spin totalmente desarrollado.

Hay hechos que involucran aviones en que las restricciones de spin son ignoradas *intencionalmente* por algunos pilotos. A pesar de la instalación de carteles prohibiendo barrenas intencionales en estos aviones, varios pilotos, y algunos instructores de vuelo, intentando justificar la maniobra, razonan que la restricción de barrena resulta simplemente a causa de un "tecnicismo" en las normas de aeronavegabilidad.

Algunos pilotos dicen que el avión se probo con barrenas durante su proceso de certificación y, por lo tanto, no resulta en problemas la demostración o práctica de barrenas. Sin embargo, esos pilotos pasan por alto el hecho de que un avión certificado en categoría normal sólo requiere que el avión se recupere de una barrena de un giro en no más de un giro adicional ó 3 segundos, lo que lleve más tiempo. Esta misma prueba de controlabilidad también se puede utilizar en certificar un avión en la categoría utilitario.

El punto es que una rotación de 360° (un spin de un giro) no proporciona un spin estabilizado. Si la controlabilidad del avión no ha sido explorada por el piloto de pruebas de ingeniería más allá de los requisitos de certificación, las barrenas prolongadas (involuntaria o intencional) en ese avión coloca al piloto en una situación de vuelo sin explorar. La recuperación puede ser difícil o imposible.

En las Regulaciones no hay requisitos para la investigación de la *controlabilidad* en una condición de barrena real para los aviones de categoría normal. El "margen de seguridad" de un giro es esencialmente una comprobación de la controlabilidad del avión en una recuperación retrasada de una *pérdida*. Por lo tanto, *en aviones con carteles contra barrenas no hay absolutamente ninguna garantía de que es posible la recuperación de un spin totalmente desarrollado bajo ninguna circunstancia.* El piloto de un avión con carteles contra barrenas intencionales debe asumir que

el avión se puede volver incontrolable durante una barrena.

Requisitos de peso y balance

Con cada avión que está aprobado para barrenas, los requisitos de peso y balance son importantes para la realización y recuperación segura de la maniobra de barrena. Los pilotos deben conocer que los mínimos cambios de peso o balance pueden afectar las características de recuperación de barrena del avión. Tales cambios pueden alterar o mejorar la maniobra de spin y/o características de recuperación. Por ejemplo, la adición de peso en el compartimento de equipajes trasero, o combustible adicional, puede permitir que el avión sea operado dentro del CG, pero podría afectar seriamente las características de spin y recuperación.

Un avión que pueden ser difícil de entrar en barrena intencional en Categoría Utilitario (CG trasero restringido y peso reducido) podría tener menos resistencia a entrar en barrena en Categoría Normal (CG trasero menos restringido y peso mayor). Esta situación se debe a que el avión es capaz de generar un mayor ángulo de ataque y factor de carga. Además, un avión que está aprobado para spin en Categoría Utilitario, pero cargado en la Categoría Normal, puede no recuperarse de un spin que se le permite progresar más allá de la fase incipiente.

Errores comunes en la realización de barrenas *intencionales* son:

- Falla al aplicar presión de timón completa en la dirección de giro deseada durante la entrada en barrena.
- Falla al aplicar y mantener presión arriba del elevador completo durante la entrada en barrena, lo que resulta en una espiral.
- Falla en lograr un estado de pérdida total antes de entrar en barrena.
- Falla al aplicar timón completo contra el giro durante la recuperación.
- Falla al aplicar suficiente presión adelante del elevador durante la recuperación.
- Falla al neutralizar el timón durante la recuperación después que la rotación se detiene, lo que resulta en un posible spin secundario.
- Movimientos de controles lentos y excesivamente cautelosos durante la recuperación.
- Excesiva presión de atrás del elevador después de que se detiene la rotación, resultando en una posible pérdida secundaria.
- Insuficiente presión de elevador durante la recuperación que resulta en velocidad excesiva.



Capítulo 5

Despegues y Ascenso Inicial

GENERAL

Este capítulo se discute los despegues y ascensos iniciales de aviones con tren de aterrizaje triciclo (con rueda de nariz) en condiciones normales y en condiciones que requieren el máximo rendimiento. Un conocimiento profundo de los principios de despegue, tanto en la teoría como en la práctica, a menudo resultará de extremado valor a lo largo de la carrera de un piloto. A menudo abortará un intento de despegue que daría lugar a un accidente, o durante una emergencia, hará posible un despegue en condiciones críticas mientras que un piloto con un conocimiento y técnica inferior fallaría.

El despegue, aunque relativamente sencillo, a menudo presenta el mayor número de riesgos que cualquier otra parte de un vuelo. La importancia de un conocimiento profundo y una técnica y juicio impecables no se puede exagerar.

Hay que recordar que los procedimientos recomendados por el fabricante, incluyendo la configuración del avión y velocidades, y otra información relevante para despegues y ascensos en una marca y modelo específica de avión están contenidas en el Manual de vuelo aprobado y/o Manual de Operaciones del piloto (AFM/POH) para ese avión. Si alguna información en este capítulo difiere de las recomendaciones del fabricante del avión, que figuran en el AFM/POH, tienen prioridad las recomendaciones del fabricante.

TERMINOS Y DEFINICIONES

Aunque el despegue y ascenso inicial es una maniobra continua, se divide en tres pasos separados para fines de explicación: (1) la carrera de despegue, (2) el despegue, y (3) el ascenso inicial después del despegue. [Figura 5-1]

- **Carrera de Despegue (carrera en tierra):** es la parte del procedimiento de despegue durante el cual el avión se acelera desde parado a una velocidad que proporciona la suficiente sustentación para que se vaya al aire.
- **Despegue (rotación):** el acto de estar en el aire como resultado de que las alas elevan el avión sobre la tierra, o el piloto de rota la nariz hacia arriba, aumentando el ángulo de ataque para iniciar una ascenso.
- **Acenso Inicial:** comienza cuando el avión deja la tierra y asume una actitud establecida para ascender fuera de la zona de despegue. Normalmente, se considera completa cuando el avión ha alcanzado una altitud de maniobra segura, o se establece un ascenso de crucero.

PREVIO AL DESPEGUE

Antes de rodar hacia la pista o área de despegue, el piloto debe asegurarse que el motor esté funcionando correctamente y que todos los controles, incluyendo flaps y compensadores, están ajustados de acuerdo con la lista de control de antes del despegue. Además, el piloto debe asegurarse que las trayectorias de aproximación y despegue están libres de otras aeronaves. En aeródromos no controlados, los pilotos deben anunciar sus intenciones en la frecuencia de tránsito común (CTAF) asignada a ese aeropuerto. Al operar en un aeropuerto con torre de control operativa, los pilotos deben ponerse en contacto con el operador de la torre y recibir una autorización de despegue antes del rodaje a la pista activa.

No se recomienda despegar inmediatamente detrás de otra aeronave, especialmente grandes aviones de transporte, con carga pesada, debido a la turbulencia de estela que se genera.

Durante el rodaje a la pista, el piloto puede seleccionar puntos de referencia en tierra que estén alineados con la dirección de la pista como ayudas para mantener el control direccional durante el despegue. Estas pueden ser las marcas de la línea central de pista, luces de pista, árboles distantes, torres, edificios, o picos de montañas.

DESPEGUE NORMAL

Un despegue normal es aquel en que el avión se dirige hacia el viento o el viento es muy leve. Asimismo, la

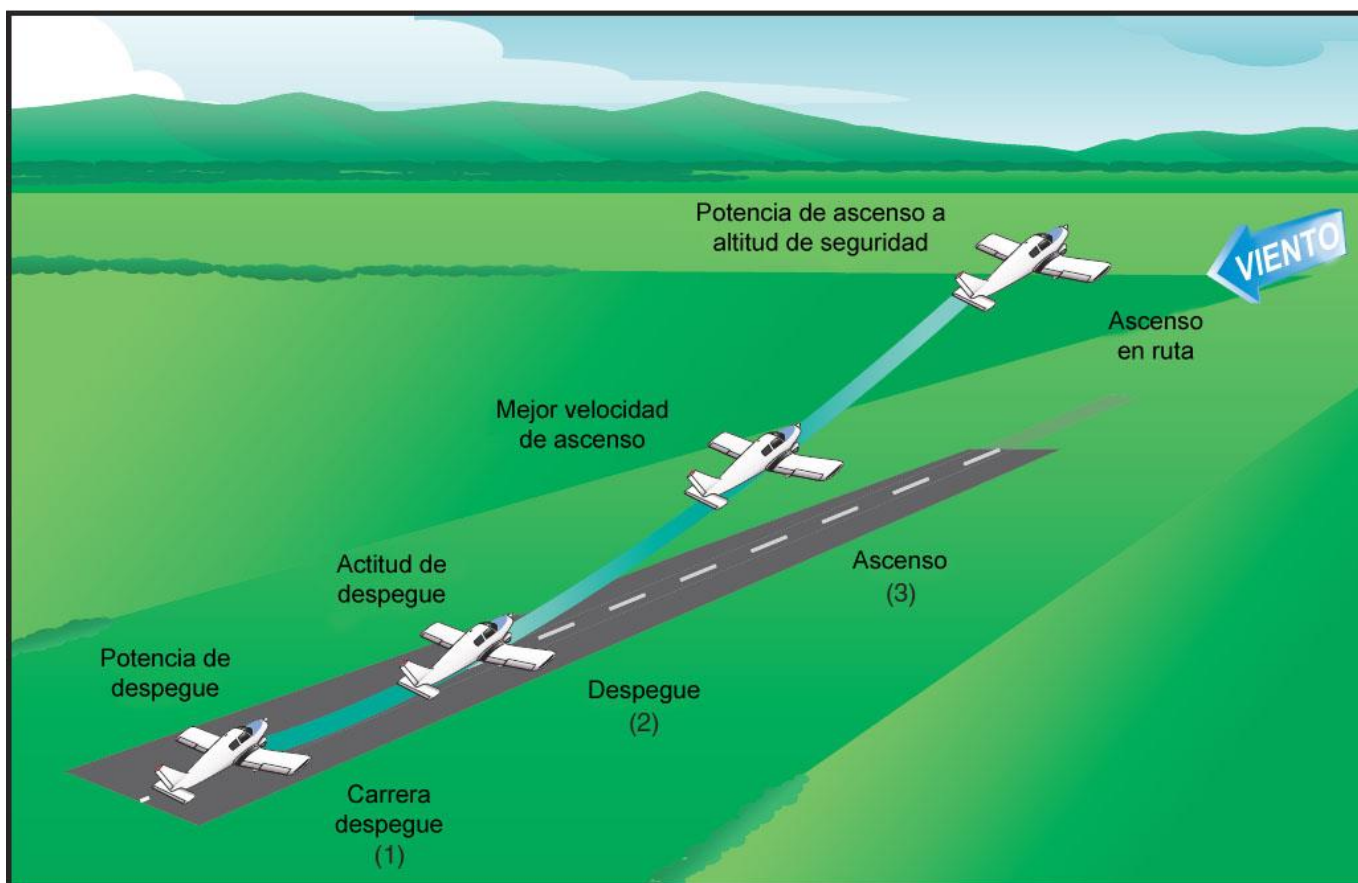


Figura 5-1. Despegue y ascenso.

superficie de despegue es firme y de la suficiente longitud para permitir que el avión acelere gradualmente hasta la velocidad de despegue normal y de ascenso inicial, y no hay obstrucciones a lo largo de la trayectoria de despegue.

Hay dos razones para hacer un despegue tan frente al viento como sea posible. Primero, la velocidad del avión mientras está en el suelo es mucho menor que si el despegue se hiciera a favor del viento, reduciendo así el desgaste y tensión en el tren de aterrizaje. Segundo, se requiere una carrera más corta y por lo tanto mucho menos longitud de pista para desarrollar la sustentación mínima necesaria para el despegue y ascenso. Dado que el avión depende de la velocidad con el fin de volar, un viento de frente provee algo de esa velocidad, incluso con el avión inmóvil, por el viento que fluye sobre las alas.

Carrera de despegue

Después de rodar hacia la pista de aterrizaje, el avión debe ser cuidadosamente alineado con la dirección prevista de despegue, y la rueda delantera en posición recta, o centrada. Después de soltar los frenos, el acelerador se debe avanzar suave y de forma continua a la potencia de despegue. Una aplicación brusca de potencia puede causar que el avión guiñe bruscamente hacia la izquierda debido a los efectos de torque del motor y la hélice. Esto será más evidente en los motores de alta potencia. A medida que el avión comienza a rodar hacia delante, el piloto debe asegurar los dos pies están en los pedales del timón de forma que estos estén en las partes del timón, y no en las partes del freno. Los instrumentos del motor deben ser monitoreados durante la carrera de despegue por cualquier mal funcionamiento.

En los aviones con rueda de nariz, no es necesaria la presión sobre el control de los elevadores más allá de lo justo para mantenerlos estables. Aplicar una presión innecesaria no hará más que complicar el despegue y evitar que el piloto reconozca cuando se necesita en realidad una presión del control de elevador para establecer la actitud de despegue.

Al ganar velocidad, el control de elevador tenderá a asumir una posición neutral, si el avión se compensa correctamente. Al mismo tiempo, el control direccional se debe mantener con correcciones de timón suaves, prontas y positivas a lo largo de la carrera de despegue. Los efectos del torque del motor y el factor P a la velocidad inicial tienden a virar la nariz a la izquierda.

El piloto debe utilizar cualquier presión necesaria de timón y alerones para corregir estos efectos o para condiciones de viento existentes para mantener la nariz del avión apuntando directamente por la pista. Se debe evitar el uso de los frenos con fines de dirección, ya que esto causará una menor aceleración de la velocidad del avión, alargará la distancia de despegue, y posiblemente cause un desvío brusco grave.

Mientras aumenta la velocidad de despegue, se sentirá cada vez más presión sobre los mandos de vuelo, en particular los elevadores y el timón. Si las superficies de la cola se ven afectadas por la estela de la hélice, se harán efectivas primero. A medida que la velocidad continúa aumentando, todos los controles de vuelo se harán gradualmente lo suficientemente eficaz para maniobrar el avión sobre sus tres ejes. Es en este punto, en el rodaje a la transición de vuelo, que el avión está siendo volado más que rodado. Mientras ocurre esto, se necesitan desviaciones del timón de dirección progresivamente más pequeñas para mantener la dirección.

La sensación de resistencia al movimiento de los controles y la reacción del avión a tales movimientos son los únicos indicadores reales del grado de control alcanzado. Esta sensación de resistencia no es una medida de la velocidad del avión, sino más bien de su controlabilidad. Para determinar el grado de controlabilidad, el piloto debe ser consciente de la reacción del avión a las presiones de los controles y ajustar inmediatamente las presiones según sea necesario para controlar el avión. El piloto debe esperar la reacción del avión a las presiones de control aplicadas y tratar de sentir la resistencia de los controles a la presión en lugar de intentar controlar el avión moviendo los controles. Las superficies de control balanceadas aumentan la importancia de este punto, debido a que reducen sustancialmente la intensidad de la resistencia ofrecida a las presiones ejercidas por el piloto.

En esta etapa de la instrucción, comenzando la práctica del despegue, un alumno piloto normalmente no tiene un conocimiento pleno de las variaciones de la presión de control con la velocidad del avión. El alumno, por lo tanto, tiende a mover los controles en amplios márgenes en busca de las presiones que son familiares y esperables, y como consecuencia sobre controla el avión. La situación puede verse agravada por la reacción lenta del avión a estos movimientos. El instructor debe tomar medidas para chequear estas tendencias y subrayar la importancia del desarrollo de la sensibilidad. El alumno debe estar obligado a sentir una resistencia ligera y lograr los resultados deseados mediante la aplicación de presión en contra de ella. Esta práctica le permitirá al alumno piloto, al ganar experiencia, a lograr un sentido del punto cuando se ha adquirido la velocidad suficiente para el despegue, en lugar de limitarse a adivinar, mirando el indicador de velocidad, o tratando de forzar el rendimiento del avión.

Despegue

Dado que un buen despegue depende de la actitud apropiada de despegue, es importante saber cómo aparece esta actitud y cómo se logra. La actitud ideal de despegue requiere sólo ajustes mínimos de cabeceo poco después de que el avión despega para alcanzar la velocidad de mejor régimen de ascenso (V_Y). [Figura 5-2] La actitud de cabeceo necesaria para que el avión acelere a la velocidad V_Y debe ser demostrada por el instructor y memorizada por el alumno. Inicialmente, el alumno puede tener una tendencia a mantener excesiva presión de elevador atrás justo después del despegue, resultando en un abrupto cabeceo hacia arriba. El instructor debe estar preparado para esto.

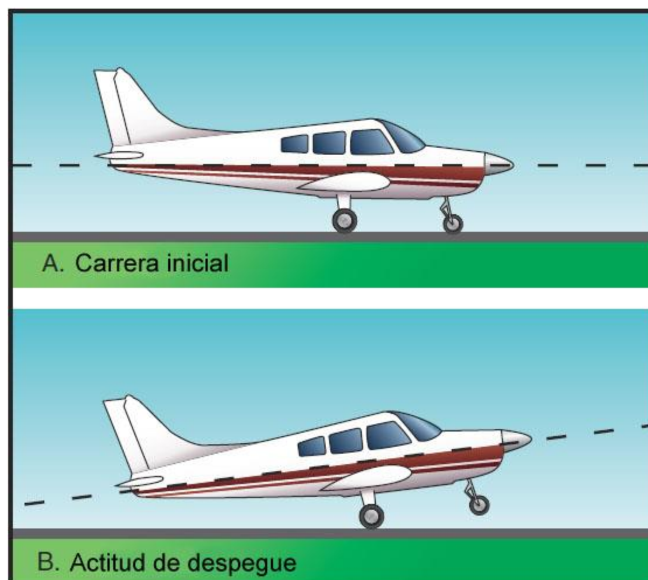


Figura 5-2. Carrera inicial y actitud de despegue.

Cada tipo de avión tiene una actitud de cabeceo mejor para el despegue normal; sin embargo, las condiciones variables pueden hacer diferente en la técnica de despegue requerida. Un campo rugoso, un campo liso, una pista de superficie dura, o un campo embarrado o corto o blando, todos demandan una técnica un poco diferente, así como un aire suave, en contraste con un fuerte viento, racheado. Las diferentes técnicas para aquellas condiciones distintas a las normales se tratan más adelante en este capítulo.

Cuando todos los controles de vuelo son efectivos durante la carrera de despegue en un avión con tren triciclo, se debe aplicar gradualmente presión atrás del elevador para levantar ligeramente de la pista la rueda

de nariz, estableciendo así la actitud de despegue. Esto se llama "rotación". En este punto, debe notarse la posición de la nariz en relación con el horizonte, luego aplicar la presión de elevador necesaria para mantener esta actitud. Las alas deben mantenerse niveladas aplicando presión de alerones como sea necesario.

Se permite que el avión abandone la tierra, mientras está en actitud normal de despegue. Forzarlo a subir aplicando excesiva presión atrás de elevador sólo resultará en una actitud excesivamente alto de cabeceo y puede retrasar el despegue. Como se discutió anteriormente, cambios excesivos y rápidos en la actitud de cabeceo resultan en cambios proporcionales en los efectos del torque, haciendo el avión más difícil de controlar.

Aunque el avión puede ser forzado al aire, esto se considera una práctica insegura y debe evitarse en circunstancias normales. Si el avión se ve obligado a dejar la tierra usando demasiada presión de elevador antes de alcanzar la velocidad de vuelo adecuada, el ángulo de ataque del ala puede ser excesivo, provocando que el avión se asiente de nuevo en la pista, o incluso entre en pérdida. Por otro lado, si no se mantiene suficiente presión de elevador para mantener la actitud correcta de despegue después de elevarse en el aire, o se permite que la nariz baje en exceso, el avión también puede bajar de nuevo a la pista. Esto ocurre debido a que el ángulo de ataque disminuye y la sustentación disminuye tanto que no sustenta el avión. Es importante, entonces, mantener constante la actitud correcta después de la rotación o del despegue.

A medida que el avión deja la tierra, el piloto debe seguir preocupado con el mantenimiento de las alas en actitud niveladas, así como mantener la actitud de cabeceo adecuada. La exploración visual externa para alcanzar/mantener la actitud de cabeceo y alabeo adecuada debe intensificarse en este punto crítico. Los controles de vuelo aún no han llegado a ser totalmente eficaces, y el piloto principiante a menudo tiene una tendencia a fijarse en el indicador de actitud de cabeceo y/o el indicador de velocidad e ignorar la tendencia natural de la aeronave a rolar justo después de dejar el suelo.

Durante despegues con fuerte viento racheado, es recomendable que obtenga un margen extra de velocidad antes de permitir que el avión deje la tierra. Un despegue a la velocidad normal de despegue puede dar lugar a una falta de control positivo, o una pérdida, cuando el avión encuentra con una calma súbita en fuerte viento racheado, u otras corrientes de aire turbulentas. En este caso, el piloto debe permitir que el avión permanezca en el suelo más tiempo para lograr más velocidad, y luego hacer una rotación suave y positiva para dejar el suelo.

Ascenso inicial

Tras el despegue, el avión debe estar volando a aproximadamente la actitud de cabeceo que le permita acelerar a V_Y. Esta es la velocidad a la que el avión ganará mayor altitud en el menor período de tiempo.

Si el avión ha sido compensado adecuadamente, un poco de presión de elevador puede ser necesario para mantener esta actitud hasta que se establezca la velocidad de ascenso adecuada. Por otro lado, la relajación de cualquier presión de elevador antes de este momento puede dar lugar a que el avión baje, incluso en la medida en que entre en contacto con la pista.

El avión se acelerará rápidamente después de que se va al aire. Una vez que se establece una tasa de ascenso positiva, los flaps y el tren de aterrizaje se pueden retraer.

Se recomienda que se mantenga la potencia de despegue hasta alcanzar una altura de al menos 500 pies por encima del terreno u obstáculos circundantes. La combinación de V_Y y la potencia de despegue asegura la altitud máxima obtenida en una cantidad mínima de tiempo. Esto le da al piloto mayor altitud desde la que el avión se puede maniobrar de forma segura en caso de un fallo de motor o de otra emergencia.

Dado que la potencia en el ascenso inicial se fija al ajuste de potencia de despegue, la velocidad se debe controlar mediante ligeros ajustes de cabeceo utilizando los elevadores. Sin embargo, el piloto no debe quedarse en el indicador de velocidad al hacer estos cambios de cabeceo, sino debería, en cambio, continuar mirando afuera para ajustar la actitud del avión en relación al horizonte. De conformidad con los principios de vuelo por actitud, el piloto primero debe hacer el cambio de cabeceo necesario con referencia al horizonte natural y mantener la nueva actitud momentáneamente, y luego observar el indicador de velocidad para comprobar si la nueva actitud es la correcta. Debido a la inercia, el avión no va a acelerar o desacelerar inmediatamente al cambiar el cabeceo. Se necesita una poco tiempo para que la velocidad cambie. Si la actitud de cabeceo ha sido sobre o sub corregida, el indicador de velocidad mostrará una velocidad que es mayor o menor que la deseada. Cuando esto ocurre, el proceso apropiado de cambio de actitud y comprobación cruzada se debe repetir hasta que se establezca la actitud de ascenso deseada.

Cuando se logra la actitud de cabeceo correcta, debería mantenerse constante mientras se comprueba contra el

horizonte y otras referencias visuales externas. El indicador de velocidad debe ser utilizado sólo como comprobación para determinar si la actitud es correcta.

Después de establecer la velocidad de ascenso recomendada, y se ha alcanzado una altitud de maniobra segura, la potencia se debe ajustar a la configuración de ascenso recomendada y el avión compensado para aliviar las presiones de control. Esto hará más fácil el mantener una actitud y velocidad constante.

Durante el ascenso inicial, es importante que la trayectoria de despegue permanezca alineada con la pista para evitar la deriva sobre obstrucciones, o la trayectoria de otra aeronave que puede despegar de una pista paralela. Las técnicas apropiadas de escaneo son esenciales para un despegue y ascenso seguro, no sólo para mantener la actitud y la dirección, sino también para evitar colisiones en la zona del aeródromo.

Cuando el alumno se acerca a la etapa del vuelo solo, se le debe explicar que el rendimiento de despegue del avión será muy diferente cuando el instructor no se encuentre en el avión. Debido a la disminución de la carga, el avión despegará antes y subirá más rápido. La actitud de cabeceo que el alumno ha aprendido a asociar con el ascenso inicial también puede ser diferente debido al menor peso, y los controles de vuelo pueden parecer más sensibles. Si la situación es inesperada, puede dar lugar a un aumento del estrés que puede permanecer hasta después del aterrizaje. Frecuentemente, la existencia de este estrés y la incertidumbre que se desarrolla debido a la percepción de un despegue "anormal" resulta en una pobre performance en el aterrizaje posterior.

Errores comunes en el desarrollo de los despegues normales y ascensos iniciales son:

- Falla al vigilar adecuadamente el área antes de rodar a posición a la pista activa.
- Uso brusco del acelerador.
- Falla al no revisar los instrumentos del motor en busca de signos de mal funcionamiento después de aplicar la potencia de despegue.
- Falla al anticipar la tendencia de giro a izquierda de la aeronave en la aceleración inicial.
- Sobre controlar la tendencia de giro a izquierda.
- Confiar únicamente en el indicador de velocidad en lugar de desarrollar la sensación por indicaciones de velocidad y controlabilidad del avión durante la aceleración y despegue.
- Falla en lograr la actitud de despegue adecuada.
- Compensación inadecuada por el torque/factor P durante el ascenso inicial resultando en un deslizamiento.
- Sobre control del timón de profundidad (elevadores) durante el ascenso inicial.
- Limitación de la exploración a áreas directamente por delante del avión (actitud de cabeceo y dirección), permitiendo que un ala (generalmente la izquierda) caiga inmediatamente después del despegue.
- Falla al alcanzar/mantener la velocidad de mejor régimen ascenso (V_Y).
- Falla al emplear los principios de vuelo por actitud durante el ascenso inicial, lo que resulta en "perseguir" el indicador de velocidad.

DESPEGUE CON VIENTO CRUZADO

Aunque por lo general es preferible despegar directamente hacia el viento cuando sea posible o práctico, habrá muchos casos en que las circunstancias o el juicio indican lo contrario. Por lo tanto, el piloto debe estar familiarizado con los principios y técnicas involucradas en los despegues con viento cruzado, tanto como aquellos para los despegues normales. Un viento cruzado afectará el avión durante despegue tanto como lo hace en rodaje. Con esto en mente, se puede ver que la técnica de corrección de viento cruzado durante los despegues se asemeja mucho a las técnicas de corrección de viento cruzado utilizadas en el rodaje.

Carrera de despegue

La técnica utilizada durante la carrera de despegue inicial con viento cruzado es generalmente la misma utilizada en un despegue normal, excepto que el control del alerón debe ser mantenido HACIA el viento cruzado. Esto eleva el alerón en el ala hacia el viento para imponer una fuerza hacia abajo sobre el ala para contrarrestar la fuerza de elevación del viento cruzado y evita que el ala se eleve.

A medida que el avión rueda a posición de despegue, es esencial que se compruebe la manga de viento y otros indicadores de la dirección del viento de manera que se reconozca y anticipe la presencia de un viento lateral. Si se indica un viento cruzado, se debe mantener TODO alerón hacia el viento mientras se inicia la carrera de despegue. Esta posición del control debe mantenerse mientras el avión acelera y hasta que los alerones comienzan a ser suficientemente eficaces para maniobrar la aeronave sobre su eje longitudinal.

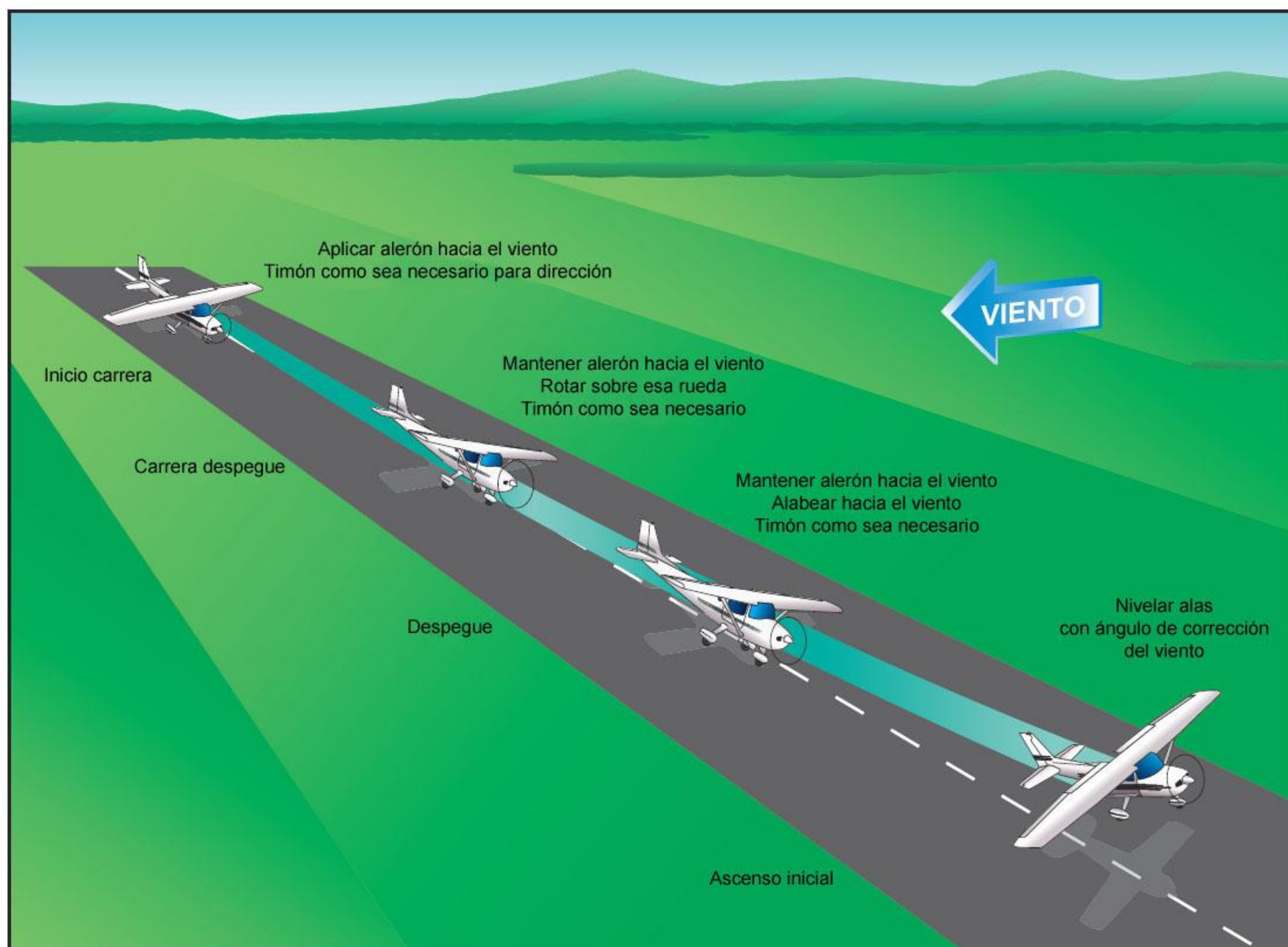


Figura 5-3. Carrera de despegue y ascenso inicial con viento cruzado.

Con el alerón mantenido hacia el viento, la trayectoria de despegue debe mantenerse recta con el timón. [Figura 5-3]

Normalmente, para ello será necesario aplicar presión de timón hacia el lado contrario al viento, ya que en el suelo el avión tendrá un efecto **veleta**. Cuando se aplica potencia de despegue, el torque o P-factor que guiña el avión a la izquierda, puede ser suficiente para contrarrestar la tendencia de veleta causada por un viento cruzado desde la derecha. Por otro lado, también puede agravar la tendencia a desviarse a la izquierda cuando el viento es desde la izquierda. En cualquier caso, se debe aplicar cualquier presión de timón requerida para mantener el avión rodando derecho por la pista.

A medida que la velocidad de avance aumenta y el viento cruzado se convierte en un viento de frente relativo, el mantenimiento mecánico del alerón hacia el viento debe ser reducido. Cuando se siente una presión creciente sobre el control de los alerones es que los alerones son cada vez más efectivos. A medida que aumenta la eficacia de los alerones y la **componente lateral** del viento relativo se vuelve menos efectiva, será necesario reducir gradualmente la presión del alerón. El efecto de la componente de lateral no desaparecerá por completo, por lo que deberá ser mantenida un poco de presión de alerón durante la carrera de despegue para evitar que el viento lateral levante el ala contra el viento. Si el ala contra el viento se levanta, exponiendo más superficie al viento cruzado, puede dar lugar a que "de saltos". [Figura 5-4]

Esto se indica normalmente mediante una serie de muy pequeños rebotes, provocados por el avión intentando volar y luego volviendo otra vez a la pista. Durante estos rebotes, el viento cruzado también tiende a mover el avión hacia los lados, y estos rebotes se convertirán en saltos laterales. Este movimiento impone tensiones severas en el tren de aterrizaje y podría resultar en una falla estructural.

Es importante, que durante una carrera de despegue con viento cruzado, mantenga suficiente alerón hacia el viento no sólo para evitar que el ala contra el viento se

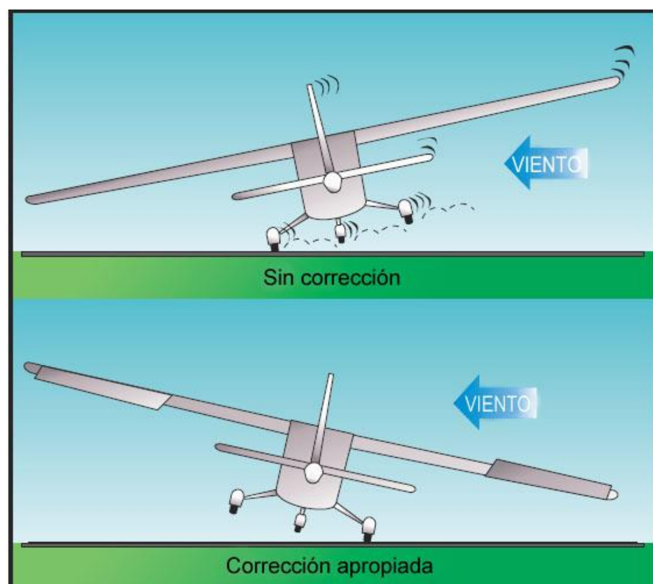


Figura 5-4. Efecto del viento cruzado.

levante, sino para mantener esa ala hacia abajo para que el avión, inmediatamente después del despegue, se deslice hacia el viento lo suficiente para contrarrestar la deriva.

Despegue

A medida que la rueda de nariz se levanta de la pista, mantener el control del alerón hacia el viento podría producir que en el ala contraria al viento suba y esa rueda principal deje la pista en primer lugar, con el resto de la carrera de despegue realizada con una rueda. Esto es aceptable y preferible a dar saltos laterales.

Si existe un viento cruzado significativo, las ruedas principales se mantendrán en el suelo un poco más largo que en un despegue normal, de modo que se pueda hacer un despegue suave, pero definido. Este procedimiento permitirá que el avión deje la tierra bajo un control más positivo de modo que permanezca en el aire definitivamente mientras se establece la cantidad apropiada de corrección del viento. Más importante aún, este procedimiento evitará imponer excesivas cargas laterales en el tren de aterrizaje y prevenir posibles daños que resultarían si la aeronave se apoyase de nuevo en la pista, mientras deriva.

Cuando las dos ruedas principales dejan la pista y la fricción del suelo ya no resiste a la deriva, el avión será llevado lentamente de costado con el viento a menos que el piloto mantenga adecuada corrección de la deriva. Por lo tanto, es importante establecer y mantener la cantidad apropiada de corrección de viento cruzado antes del despegue aplicando presión de alerón hacia el viento para evitar que el ala contra el viento se eleve y aplicando presión de timón, según sea necesario para evitar el efecto veleta.

Ascenso Inicial

Si se aplica la corrección de viento cruzado adecuada, tan pronto como el avión esté en el aire, se deslizará en el viento lo suficiente como para contrarrestar el efecto de la deriva del viento. [Figura 5-5] Este deslizamiento debe continuarse hasta que el avión tenga una tasa de ascenso positiva. En ese momento, el avión debe ser virado hacia el viento para establecer suficiente ángulo de corrección de deriva para contrarrestar el viento y luego nivelar las alas. Se requiere el uso firme y agresivo de los timones para mantener el avión derecho por la pista. El ascenso con un ángulo de corrección de la deriva se debe continuar para seguir una derrota alineada con la dirección de la pista. Sin embargo, debido a que la fuerza del viento cruzado puede variar considerablemente dentro de unos pocos cientos de

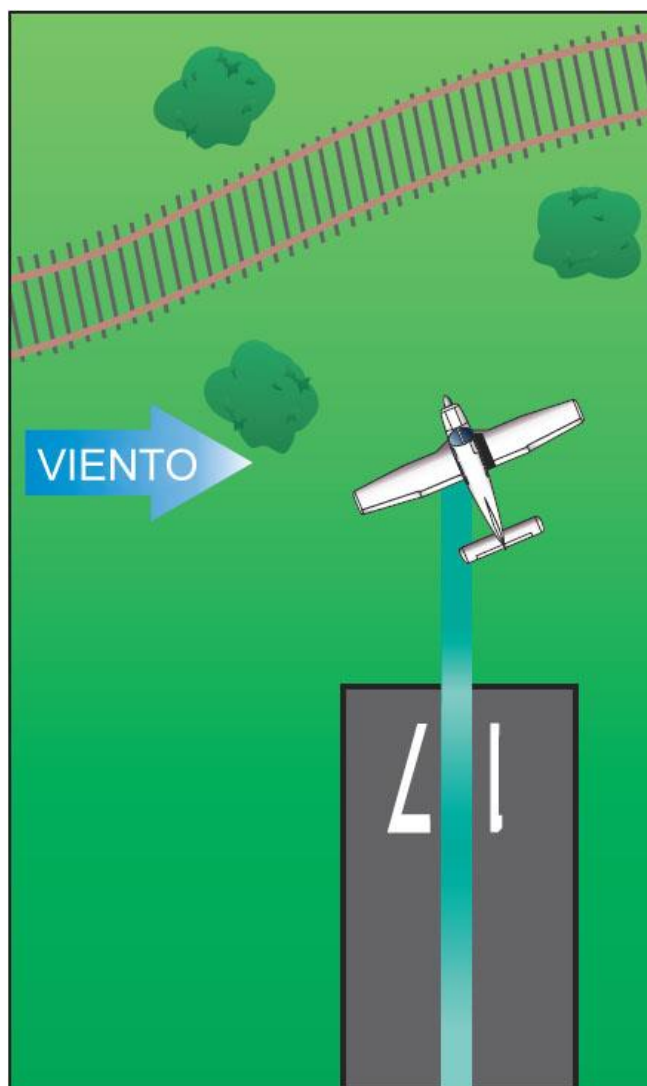


Figura 5-5. Trayectoria de ascenso con viento cruzado.

pies de la tierra, se deben hacer controles frecuentes de la derrota real, y ajustar la corrección del viento si es necesario. El resto de la técnica de ascenso es la misma utilizada para los despegues y ascensos normales.

Los errores comunes al realizar despegues con viento cruzado son:

- Falla en observar adecuadamente el área antes de iniciar el rodaje a la pista activa.
- No usar una deflexión total de alerones hacia el viento, en el inicio de la carrera de despegue.
- Uso mecánico del control de alerones en lugar de sentir la necesidad de variar la cantidad de control de alerones a través de la sensación del avión.
- Despegue prematuro que resulta en un derrape lateral.
- Cantidad excesiva de alerones en la última etapa de la carrera de despegue resultando en un gran alabeo hacia el viento en el despegue.
- Inadecuada corrección de la deriva después del despegue.

EFECTO SUELO EN EL DESPEGUE

El efecto suelo es una condición de performance mejorada que se encuentra cuando el avión está operando muy cerca de la tierra. El efecto suelo puede ser detectado y medido hasta una altitud igual a una envergadura por encima de la superficie. [Figura 5-6] Sin embargo, el efecto de suelo es más significativo cuando el avión (especialmente un avión de ala baja) mantiene una actitud constante a baja velocidad a baja altitud (por ejemplo, durante el despegue cuando el avión deja el suelo y acelera a velocidad de ascenso, y durante el flare antes de aterrizar).

Cuando el ala está bajo la influencia del efecto suelo, hay una reducción en las corrientes ascendentes, descendentes, y vórtices de punta de ala. Como resultado de la reducción de los vórtices de punta de ala, la resistencia inducida se reduce. Cuando el ala está a una altura igual a un cuarto de la envergadura, la reducción de la resistencia inducida es de 25 por ciento aproximadamente, y cuando el ala está a una altura igual a una décima parte de la envergadura, la reducción de la resistencia inducida es de 50 por ciento aproximadamente. A altas velocidades, donde la resistencia parásita domina, la resistencia inducida es una pequeña parte de la resistencia total. En consecuencia, la acción del efecto suelo es mayor durante el despegue y el aterrizaje.

En el despegue, la carrera de despegue, despegue, y el comienzo del ascenso inicial se llevan a cabo en la zona de efecto de tierra. El efecto suelo provoca aumentos locales en la presión estática, que causan que el indicador de velocidad y el altímetro indiquen un poco menos de lo que deberían, y por lo general resulta en que el indicador de velocidad vertical indica un descenso. Al despegar el avión y ascender fuera de la zona de efecto suelo, sin embargo, ocurrirá lo siguiente.

- El avión requerirá un aumento en el ángulo de ataque para mantener el mismo coeficiente de sustentación.
- El avión va a experimentar un aumento en la resistencia inducida y el empuje necesario.
- El avión experimentará una tendencia a cabecear arriba y requerirá un menor recorrido de elevador debido a un aumento de la corriente descendente en la cola horizontal.
- El avión experimentará una reducción en la presión estática al dejar la zona de efecto suelo y el correspondiente aumento en la velocidad indicada.

Debido a la resistencia reducida en efecto suelo, puede

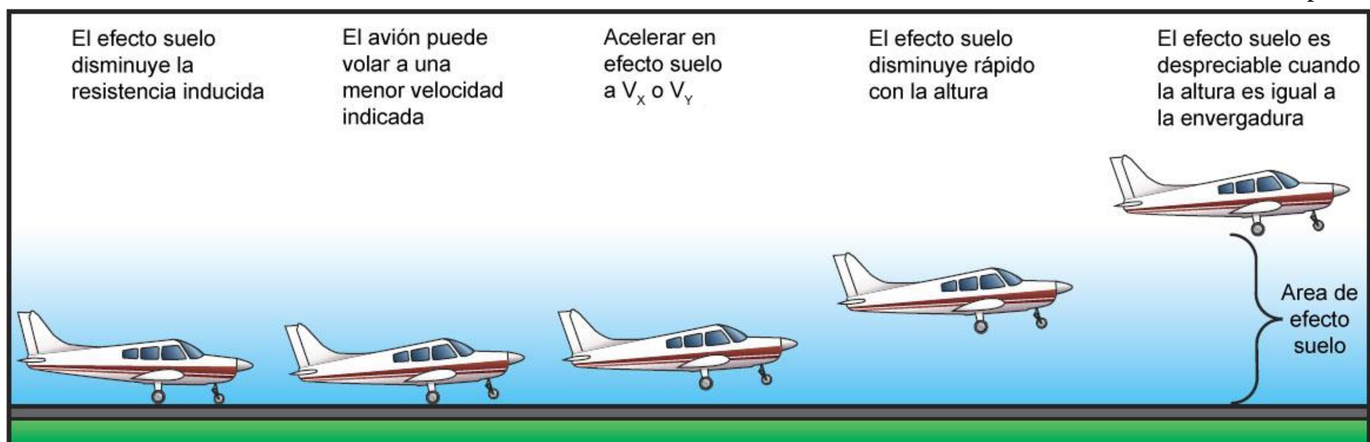


Figura 5-6. Despegue en zona de efecto suelo.

parecer que el avión es capaz de despegar por debajo de la velocidad recomendada. Sin embargo, al elevarse el avión fuera del efecto suelo con una velocidad insuficiente, el rendimiento de ascenso inicial puede llegar a ser marginal debido a la mayor resistencia. En condiciones de gran altitud de densidad, alta temperatura, y/o peso bruto máximo, el avión puede ser capaz de ir al aire a una velocidad insuficiente, pero incapaz de ascender sin efecto suelo. En consecuencia, el avión puede no ser capaz de franquear las obstrucciones, o puede volver de nuevo a la pista. El punto a recordar es que se requiere potencia adicional para compensar el aumento de resistencia que se produce cuando un avión deja el efecto suelo. Pero durante un ascenso inicial, el motor ya está desarrollando potencia máxima. La única alternativa es reducir la actitud de cabeceo para ganar velocidad adicional, lo que resultará en la pérdida inevitable de altitud. Por lo tanto, en condiciones marginales, es importante que el avión despegue a la velocidad recomendada que proporcionará el rendimiento de ascenso inicial adecuado.

El efecto suelo es importante para las operaciones normales de vuelo. Si la pista es lo suficientemente larga, o si no existen obstáculos, el efecto suelo se puede utilizar como ventaja mediante el uso de la resistencia reducida para mejorar la aceleración inicial. Además, el procedimiento para el despegue desde superficies no satisfactorias es llevar tanto peso en las alas como sea posible durante la carrera en tierra, y despegar con la ayuda del efecto suelo antes de alcanzar la velocidad de vuelo real. Luego es necesario reducir el ángulo de ataque para alcanzar la velocidad normal antes de intentar alejarse de la zona de efecto suelo.

DESPEGUE EN CAMPO CORTO Y ASCENSO DE MÁX. PERFORMANCE

Los despegues y ascensos desde campos donde la zona de despegue es corta o la zona de despegue disponible está restringida por obstáculos requieren que el piloto opere el avión en el límite de su capacidad de performance en despegue. Para salir de esa zona en forma segura, el piloto debe ejercer un control de la velocidad y actitud del avión positivo y preciso para que la performance del despegue y ascenso resulten en la carrera de despegue más corta y el ángulo de ascenso más escarpado. [Figura 5-7]

El resultado obtenido debe ser coherente con la sección de rendimiento del Manual de vuelo del avión y/o el Manual de Operaciones del piloto (AFM/POH) aprobados. En todos los casos, el ajuste de potencia, flaps, velocidad, y procedimientos prescritos por el fabricante del avión deben ser seguidos.

Con el fin de lograr un despegue de máxima performance de forma segura, el piloto debe tener los conocimientos adecuados sobre el uso y eficacia de la velocidad de mejor ángulo de ascenso (V_X) y la velocidad de mejor régimen de ascenso (V_Y) para la marca y modelo específico de avión que se vuela.

La velocidad para V_X es aquella que resultará en la mayor ganancia de altura para una distancia dada sobre el suelo. Por lo general, es ligeramente menor que V_Y, que proporciona la mayor ganancia de altura por unidad de tiempo. Las velocidades específicas a usar para un avión determinado se indican en el AFM/POH aprobado. Cabe destacar que en algunos aviones, una desviación de 5 nudos de la velocidad recomendada se traducirá en una reducción significativa en el rendimiento de ascenso. Por lo tanto, el control preciso

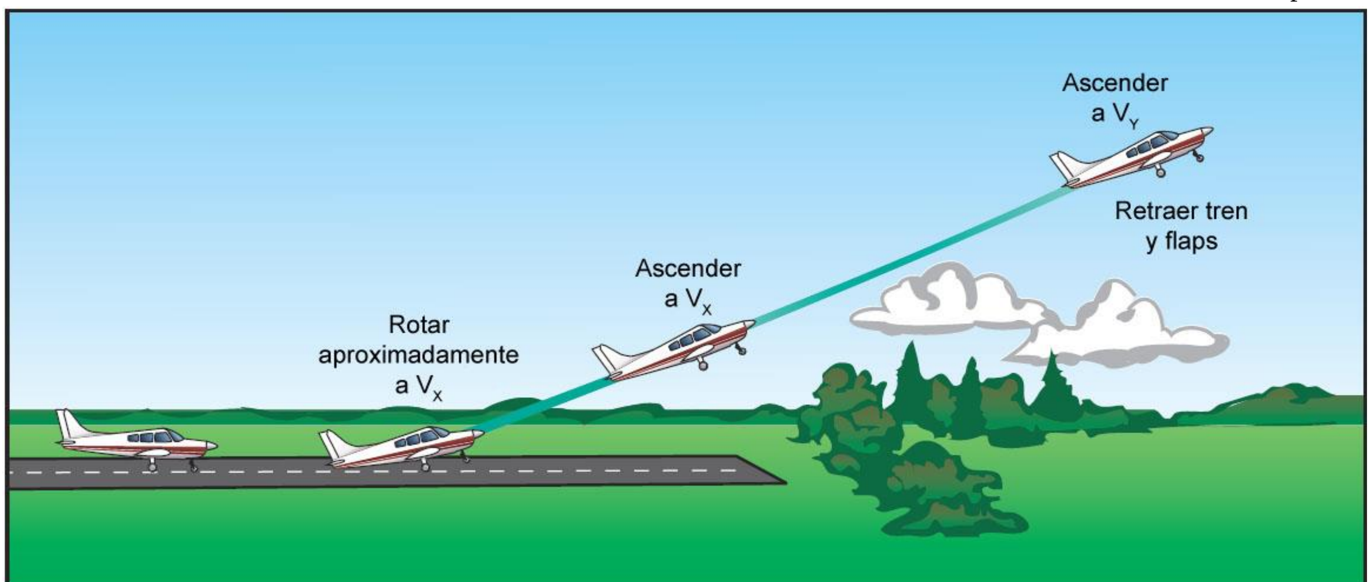


Figura 5-7. Despegue en campo corto.

de la velocidad es muy importante para la ejecución exitosa, así como la seguridad, de la maniobra.

Carrera de despegue

Despegar de un campo corto requiere que el despegue se inicie desde el comienzo del área de despegue. En este punto, el avión está alineado con la trayectoria de despegue prevista. Si el fabricante del avión recomienda el uso de flaps, se deben extender la cantidad adecuada antes de iniciar la carrera de despegue. Esto permite al piloto a dar toda su atención a la técnica apropiada y el rendimiento de la aeronave durante todo el despegue.

Algunos prefieren mantener aplicados los frenos hasta que se alcanzan las máximas de rpm del motor antes de permitir que el avión comience su carrera de despegue. Sin embargo, no se ha establecido que este procedimiento dará lugar a una carrera de despegue más corta en todos los aviones monomotores livianos. La potencia de despegue debe aplicarse suave y continuamente, sin dudar, para acelerar el avión lo más rápidamente posible. Se debe permitir que el avión ruede con todo su peso sobre las ruedas principales y acelere a la velocidad de despegue. A medida que progresa la carrera de despegue, la actitud de cabeceo y el ángulo de ataque deben ajustarse a aquellos que resultan en la mínima cantidad de resistencia y la aceleración más rápida. En los aviones con rueda de nariz, esto implica poco uso del control de elevador, ya que el avión ya está en una actitud de baja resistencia.

Despegue

Al acercarse a la velocidad de mejor ángulo de ascenso (V_X), el avión debe ser suave y firmemente elevado o rotado, aplicando presión atrás de elevador hasta una actitud que dará lugar a la velocidad de mejor ángulo de ascenso (V_X). Ya que el avión acelerará más rápidamente después del despegue, la aplicación adicional de presión sobre el elevador será necesaria para mantener una velocidad constante. Después de irse al aire, se debe mantener un ascenso con las alas niveladas a V_X hasta franquear los obstáculos o, si no hay obstáculos involucrados, hasta alcanzar una altura de por lo menos 50 pies por encima de la superficie de despegue. A partir de entonces, la actitud de cabeceo se puede bajar un poco, y continuar el ascenso a la velocidad de mejor régimen de ascenso (V_Y) hasta llegar a una altitud de maniobra segura. Recuerde que un intento de sacar el avión de la tierra prematuramente, o un ascenso demasiado escarpado, pueden hacer que el avión se asiente de nuevo a la pista o en los obstáculos. Incluso si el avión se mantiene en el aire, el ascenso inicial se mantendrá plano y la performance de ascenso/capacidad de franqueamiento de obstáculos se verá gravemente degradada hasta conseguir la velocidad de mejor ángulo de ascenso (V_X). [Figura 5-8]

El objetivo es rotar a la actitud de cabeceo apropiada de (o cerca de) la velocidad de mejor ángulo de ascenso. Hay que recordar, sin embargo, que algunos aviones tendrán una tendencia natural a despegar mucho antes de llegar a V_X. En estos aviones, puede que sea necesario permitir que el avión despegue en efecto suelo y luego reducir la actitud de cabeceo hasta que el avión acelere a la velocidad de mejor ángulo de ascenso con las ruedas justo por encima de la superficie de la pista. Este método es preferible a forzar al avión a permanecer en el suelo con presión adelante del elevador hasta lograr V_X. Mantener el avión en tierra pone innecesariamente excesiva presión sobre la rueda de nariz, y dificultará la aceleración y el rendimiento general del avión.

Ascenso Inicial

En los despegues de pistas cortas, el tren de aterrizaje y los flaps deben permanecer en posición de despegue hasta que pase los obstáculos (o lo que recomiende el fabricante) y se haya establecido V_Y. No es por lo general prudente que el piloto mire dentro de la cabina o alcance los controles del tren de aterrizaje y flaps hasta que se asegure el franqueamiento de obstáculos. Cuando el avión se estabilizó a V_Y, se debe retraer el tren (si lo tiene) y luego los flaps. Es generalmente aconsejable subir los flaps en incrementos para evitar la pérdida repentina de sustentación y el descenso del avión. A continuación, reducir la potencia al ajuste de ascenso normal o según lo recomendado por el fabricante del avión.



Figura 5-8. Efecto del despegue prematuro.

Los errores comunes en la realización de despegues de campos cortos y ascensos de máxima performance son:

- Falla al observar adecuadamente el área.
- Falla al no utilizar toda el área de despegue disponible.
- Falla al compensar el avión correctamente antes del despegue.
- Despegue prematuro resultando una alta resistencia.
- Mantener el avión en tierra innecesariamente con excesiva presión hacia adelante del elevador.
- Rotación inadecuada que resulta en una velocidad excesiva después del despegue.
- Incapacidad para alcanzar/mantener la velocidad de mejor ángulo de ascenso.
- Fijación en el indicador de velocidad durante el ascenso inicial.
- Retracción prematura del tren de aterrizaje y/o flaps.

DESPEGUE Y ASCENSO DE CAMPO BLANDO/RUGOSO

Los despegues y ascensos desde campos blandos requieren el uso de técnicas operacionales para conseguir que el avión esté en el aire lo más rápido posible para eliminar la resistencia causada por el pasto alto, arena, barro o nieve blandos, y pueden o no requerir ascender sobre un obstáculo. La técnica hace uso juicioso del efecto suelo y requiere sentir la aeronave y tacto fino de control. Estas mismas técnicas también son útiles en un campo rugoso (desparejo) donde es aconsejable elevar el avión sobre la tierra tan pronto como sea posible para evitar daños en el tren de aterrizaje.

Las superficies blandas o el pasto largo mojado usualmente reducen la aceleración del avión durante la carrera de despegue tanto que no se puede lograr la velocidad de despegue adecuada si se emplean las técnicas normales de despegue.

Se debe enfatizar que el procedimiento de despegue correcto para los campos blandos es bastante diferente de la apropiada para campos cortos con superficies lisas y firmes. Para reducir al mínimo los peligros asociados con los despegues de campos blandos o rugosos, el apoyo del peso del avión debe ser transferido tan rápidamente como sea posible de las ruedas a las alas a medida que avanza la carrera de despegue. Esto se hace estableciendo y manteniendo un ángulo de ataque relativamente alto o una actitud de cabeceo de nariz alta tan pronto como sea posible. Los flaps pueden bajarse antes de iniciar el despegue (si es recomendado por el fabricante) para proporcionar sustentación adicional y para transferir el peso del avión de las ruedas a las alas tan pronto como sea posible.

Detenerse en una superficie blanda, como el barro o la nieve, puede enterrar el avión; por lo tanto debe mantenerse en continuo movimiento con la potencia suficiente mientras se alinea para la carrera de despegue.

Carrera de despegue

Al alinear el avión con la trayectoria de despegue, se aplica potencia de despegue tan suave y rápidamente como el motor lo permita sin vacilar. A medida que el avión acelera, se debe aplicar la suficiente presión de elevador para establecer un ángulo de ataque positivo y para reducir el peso soportado por la rueda de nariz.

Cuando el avión se mantiene en una actitud de nariz alta en toda la carrera de despegue, al aumentar la velocidad y desarrollar sustentación, las alas aliviarán progresivamente las ruedas del peso del avión, lo que minimizando la resistencia causada por las irregularidades de la superficie. Si esta actitud se mantiene con precisión, el avión dejará el suelo virtualmente por sí mismo, despegando a menor velocidad que la velocidad de ascenso segura debido al efecto suelo. [Figura 5-9]

Despegue

Después de irse al aire, la nariz debe bajarse muy



Figura 5-9. Despegue en campo blando.

suavemente con las ruedas separadas de la superficie para permitir que el avión acelere a V_Y o V_X si se deben franquear obstáculos. Debe ejercitarse cuidado extremo inmediatamente después de que el avión despega y mientras acelera, para evitar volver a la superficie. Un intento de ascender prematuramente o demasiado abruptamente puede causar que el avión vuelva de nuevo a la superficie como resultado de perder el beneficio del efecto suelo. Un intento de ascender sin efecto suelo antes de alcanzar suficiente velocidad de ascenso puede resultar en que el avión sea incapaz de ascender más, incluso con toda la potencia. Por lo tanto, es esencial que el avión permanezca en efecto suelo hasta que se alcanza al menos V_X. Esto requiere sentir el avión, y un control muy fino, con el objetivo de evitar sobre controlar el elevador ya que se requiere cambiar las presiones de control al acelerar el avión.

Ascenso Inicial

Una vez establecido un régimen de ascenso positivo, y que el avión ha acelerado a V_Y, retraer el tren de aterrizaje y los flaps, si está equipado. Si sale de una pista con nieve húmeda o aguanieve sobre la superficie de despegue, el tren no se debe retraer inmediatamente. Esto permite que cualquier nieve húmeda o aguanieve sea secada por el aire. En el caso de que deba franquear un obstáculo después de un despegue de campo blando, el ascenso inicial se realiza a V_X hasta que el obstáculo ha sido pasado. Después de alcanzar este punto, la actitud de cabeceo se ajusta a V_Y y se retraen el tren y los flaps. La potencia puede ser entonces reducida al ajuste de ascenso normal.

Errores comunes en la ejecución de despegues y ascensos desde campos blandos/rugosos son:

- Falla al observar adecuadamente el área.
- Insuficiente presión atrás de elevador durante la carrera de despegue inicial resultando en ángulo de ataque inadecuado.
- Falla de verificación de los instrumentos del motor por indicaciones de funcionamiento adecuado después de aplicar potencia.
- Pobre control direccional.
- Ascenso muy pronunciado después del despegue.
- Control de elevador abrupto y/o excesivo al tratar de nivelar y acelerar después del despegue.
- Permitir que el avión tome contacto con el suelo después del despegue.
- Intento de ascender fuera del efecto suelo antes de alcanzar la suficiente velocidad de ascenso.
- Falla al anticipar un aumento en la actitud de cabeceo al salir el avión del efecto suelo.

DESPEGUE ABORTADO/FALLA DE MOTOR

Emergencias o situaciones anormales pueden ocurrir durante un despegue que requerirán que el piloto aborte el despegue, mientras todavía está en la pista. Circunstancias como un motor funcionando mal, aceleración inadecuada, incursión en pista, o conflicto de tránsito aéreo pueden ser razones para abortar un despegue.

Antes del despegue, el piloto debe tener en vista un punto a lo largo de la pista en la que el avión debe estar en el aire. Si se llega a ese punto y el avión no está en el aire, se deben tomar medidas inmediatas para interrumpir el despegue. Planificado y ejecutado adecuadamente, hay excelentes posibilidades de que el avión pueda detenerse en la pista que queda sin utilizar medidas extraordinarias, como el frenado excesivo que puede causar la pérdida de control direccional, daño en el avión, y/o lesiones personales.

En el caso de abortar un despegue, la potencia debe ser reducida a ralentí y aplicar máximo frenado mientras se mantiene el control direccional. Si es necesario apagar el motor debido a un incendio, el control de la mezcla debe ser llevado a la posición de corte y los magnetos en “off”. En todos los casos, se debe seguir el procedimiento de emergencia del fabricante.

Lo que caracteriza a todos los hechos de pérdida de potencia o fallo de motor después del despegue es la urgencia. En la mayoría de los casos, el piloto tiene sólo unos segundos después de un fallo de motor para decidir qué curso de acción tomar y ejecutarlo. A menos que esté preparado de antemano para tomar la decisión correcta, hay una excelente posibilidad de que el piloto tome una mala decisión, o no tome ninguna decisión, y permita que los eventos ocurran.

En caso de una falla de motor en el ascenso inicial, la primera responsabilidad del piloto es mantener el control del avión. En una actitud de cabeceo de ascenso sin potencia, el avión estará en o cerca del ángulo de ataque de pérdida. Al mismo tiempo, el piloto puede todavía estar manteniendo timón derecho. Es esencial que el piloto baje inmediatamente la actitud de cabeceo para evitar una pérdida y posible barrena. El piloto debe establecer un planeo controlado hacia una zona de aterrizaje admisible (preferiblemente directamente adelante en la pista restante).

REDUCCIÓN DE RUIDO

Los problemas del ruido de las aeronaves se han convertido en una preocupación importante en muchos aeropuertos de todo el país. Muchas comunidades locales han presionado a los aeropuertos en el desarrollo de procedimientos operativos específicos que ayudarán a limitar el ruido de los aviones mientras operan en áreas cercanas. Desde hace años, los administradores de aeropuertos, operadores de aeronaves, pilotos, y grupos de intereses especiales han estado trabajando juntos para minimizar el ruido de los aviones en las zonas sensibles cercanas. Como resultado, se han desarrollado procedimientos de reducción de ruido para muchos de estos aeropuertos que incluyen perfiles y procedimientos normalizados para alcanzar esos objetivos de bajar el ruido.

Los aeropuertos que tienen procedimientos de reducción de ruido proporcionan información a los pilotos, operadores, compañías aéreas, reparticiones de tránsito aéreo, y otros grupos especiales que son aplicables a su aeropuerto. Estos procedimientos están disponibles para la comunidad de la aviación por diversos medios. La mayor parte de esta información proviene del *Directorio de Aeropuertos,* publicaciones locales y regionales, folletos impresos, boletines del operador, instrucciones de seguridad y las reparticiones de tránsito aéreo locales.

En los aeropuertos que utilizan procedimientos de atenuación de ruido, señales de aviso pueden ser instalados en las posiciones de espera de calles de rodaje para las pistas correspondientes. Estos son para recordar a los pilotos que utilicen y cumplan con los procedimientos de atenuación de ruido en la salida. Los pilotos que no están familiarizados con estos procedimientos deben preguntar a la torre o repartición de tránsito aéreo por los procedimientos recomendados. En cualquier caso, los pilotos deben ser considerados con la comunidad circundante mientras opera su avión hacia y desde el aeropuerto. Esto incluye la operación tan suave y segura posible.

Capítulo 6

Maniobras con Referencias en Tierra



OBJETIVO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN

Las maniobras con referencia en tierra y sus factores relacionados se utilizan en el desarrollo de un alto grado de habilidad del piloto. Aunque la mayoría de estas maniobras no se usan como tales en el vuelo normal diario, los elementos y principios que intervienen en cada una son aplicables a la ejecución de las operaciones habituales del piloto. Ayudan al piloto en el análisis de los efectos del viento y otras fuerzas que actúan sobre el avión y en el desarrollo de un control fino, la coordinación y la división de la atención necesaria para maniobrar el avión de forma precisa y segura.

Toda la parte inicial de la instrucción del piloto se ha llevado a cabo a altitudes relativamente altas, y con el propósito de desarrollar la técnica, el conocimiento de las maniobras, la coordinación, la sensación y el manejo del avión en general. Este entrenamiento ha requerido que la mayor parte de la atención del piloto se dé al manejo real de la aeronave, y a los resultados de las presiones en los controles sobre la acción y la actitud del avión.

Si se permite que continúe más allá de la etapa de entrenamiento adecuada, sin embargo, la concentración de atención del alumno piloto se convertirá en un hábito fijo, uno que disminuirá seriamente la facilidad y seguridad como piloto, y será muy difícil de eliminar. Por lo tanto, es necesario, tan pronto como el piloto muestre el dominio de las maniobras fundamentales, que se presenten al piloto las maniobras que requieren atención exterior como aplicación práctica de las maniobras y conocimientos adquiridos.

Cabe destacar que, durante las maniobras con referencia en tierra, es igualmente importante que se mantenga la técnica básica de vuelo aprendida previamente. El instructor de vuelo no debe permitir ninguna relajación del estándar de la técnica anterior simplemente porque se añade un nuevo factor. Este requisito debe mantenerse durante todo el progreso del alumno de maniobra en maniobra. Cada nueva maniobra debe incorporar algún avance e incluir los principios de la anterior con el fin de mantener la continuidad. Cada nuevo factor introducido debe ser simplemente un paso más de uno ya aprendido de manera que se pueda hacer un progreso ordenado constante.

MANIOBRAS POR REFERENCIA A OBJETOS EN TIERRA

Las maniobras con referencia en tierra se realizan a una altitud relativamente baja, mientras se aplica la corrección por deriva del viento cuando sea necesario para seguir una trayectoria o camino predeterminado sobre la tierra. Están diseñados para desarrollar la habilidad de controlar el avión, y para reconocer y corregir el efecto del viento mientras divide la atención entre otras cuestiones. Esto requiere planificar por delante del avión, manteniendo la orientación en relación con los objetos en tierra, volando los rumbos apropiados para seguir la derrota deseada, y conocer el resto del tránsito aéreo en la vecindad inmediata.

Las maniobras con referencia en tierra deberían volarse a una altura de aproximadamente 600 a 1000 pies AGL. La altura real dependerá en gran medida de la velocidad y el tipo de avión, y deben ser considerados los siguientes factores.

- La velocidad con respecto al suelo no debe ser tanta que los acontecimientos parezcan suceder con demasiada rapidez.
- El radio de giro y la trayectoria de la aeronave sobre el suelo deben notarse fácilmente y los cambios planificados y efectuados cuando las circunstancias lo requieran.
- La derrota debe ser fácilmente perceptible, pero no exigir demasiado al alumno en hacer correcciones.

- Los objetos sobre el terreno deben aparecer en su proporción y tamaño.
- La altitud debe ser lo suficientemente baja para hacer evidente al alumno cualquier ganancia o pérdida, pero en ningún caso inferior a 500 pies por encima de la obstrucción más alta.

Durante estas maniobras, tanto el instructor como el alumno deben estar atentos a los campos de aterrizaje disponibles para emergencias. La zona elegida debe estar lejos de comunidades, ganado, o grupos de personas para evitar posibles molestias o peligro para los demás. Debido a las altitudes a las que se realizan estas maniobras, hay poco tiempo disponible para buscar un campo adecuado para el aterrizaje en el caso de que surja la necesidad.

DERIVA Y CONTROL DE LA DERROTA

Siempre que un objeto se libera del suelo, está afectado por el medio que lo rodea. Esto significa que un objeto libre se moverá en cualquier dirección y velocidad en que se mueva el medio.

Por ejemplo, si una lancha está cruzando un río y el río está quieto, la lancha podría dirigirse directamente a un punto en la orilla opuesta y viajar en línea recta a ese punto sin derivar. Sin embargo, si el río fluye rápidamente, tendrá que ser considerada la corriente de agua. Es decir, mientras la lancha avanza hacia adelante con su propia potencia, también debe moverse aguas arriba a la misma velocidad que el río se mueve aguas abajo. Esto se logra inclinando el barco aguas arriba lo suficiente como para contrarrestar la corriente del agua. Si se hace esto, el barco seguirá la **derrota** deseada a través del río desde el punto de salida directamente al punto de destino previsto. En caso de que la lancha no esté direccionada lo suficiente aguas arriba, derivará con la corriente y llegará a tierra en algún punto aguas abajo en la orilla opuesta. [Figura 6-1]

Tan pronto como un avión está en el aire, queda libre de la fricción del suelo. Su trayectoria es entonces afectada por la masa de aire en la que vuela; por lo tanto, el avión (como la lancha) no siempre viajará a lo largo del suelo en la dirección exacta que apunta. Cuando se vuela con el eje longitudinal del avión alineado con una carretera, se puede observar que el avión se acerca o se aleja de la carretera sin haber realizado un giro. Esto indicaría que la masa de aire se está moviendo hacia un lado en relación con el avión. Dado que el avión está volando dentro de esta masa de aire en movimiento (viento), se mueve o deriva con el aire en la misma dirección y velocidad, al igual que la lancha se mueve con la corriente del río. [Figura 6-1]

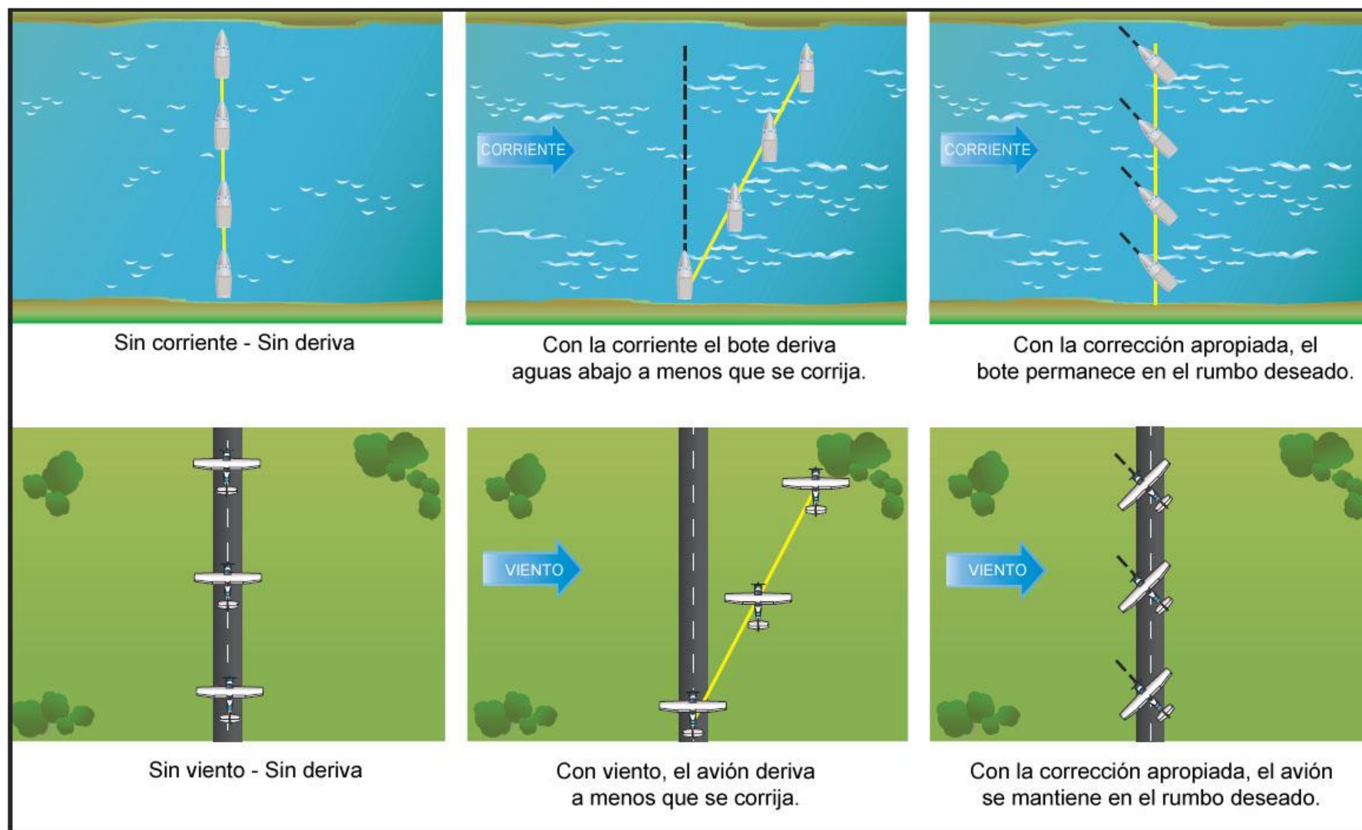


Figura 6-1. Deriva del viento.

Al volar recto y nivelado y siguiendo una derrota seleccionada, el método preferido para corregir la deriva por el viento es direccionar el avión (ángulo de corrección de deriva) lo suficiente hacia el viento para que el avión avance hacia el viento a la misma velocidad que el viento lo está moviendo hacia los lados. Dependiendo de la velocidad del viento, esto puede requerir un gran ángulo de corrección de viento o sólo unos pocos grados. Cuando la deriva se ha neutralizado, el avión seguirá la derrota deseada.

Para entender la necesidad de la corrección de la deriva durante el vuelo, considere un vuelo con una velocidad del viento de 30 nudos desde la izquierda y 90° de la dirección a la que el avión se dirige. Después de 1 hora, la masa de aire en el que el avión vuela se habrá movido 30 millas náuticas (NM) a la derecha. Dado que el avión se mueve con esta masa de aire, también se habrá desplazado 30 NM a la derecha. En relación al aire, el avión se movió hacia adelante, pero en relación con el suelo, se movió hacia adelante, así como 30 NM a la derecha.

Hay momentos en que el piloto tiene que corregir la deriva durante un viraje. [Figura 6-2] Durante todo el viraje el viento estará actuando en el avión desde ángulos que cambian constantemente. El ángulo de viento relativo y la velocidad gobiernan el tiempo que tarda el avión para progresar durante el viraje. Esto es debido a la **velocidad respecto a tierra** en constante cambio. Cuando el avión se dirige hacia el viento, la velocidad sobre tierra disminuye; cuando se dirige a favor del viento, la velocidad sobre tierra se incrementa. A través de la porción de viento cruzado del viraje, el avión debe ser virado lo suficiente hacia el viento para contrarrestar la deriva.

Para seguir una trayectoria circular deseada, el ángulo de corrección de deriva debe ser variado en el momento oportuno debido a la velocidad sobre tierra que varía según progresa el viraje. Cuanto mayor sea la velocidad sobre tierra, más rápido se debe establecer el ángulo de corrección del viento; cuanto más lenta es la velocidad sobre tierra, más lento se debe establecer el ángulo de corrección del viento. Se puede ver entonces que en la parte a sotavento del viraje el alabeo debe ser máximo y el régimen de giro mayor, y en la parte a barlovento el alabeo es menor y el régimen de giro también menor.

Los principios y técnicas de variar el ángulo de alabeo para cambiar la velocidad de giro y el ángulo de corrección del viento para controlar la deriva por el viento durante un viraje son los mismos para todas las maniobras con referencias en tierra que involucran cambios en la dirección del vuelo.

Cuando no hay viento, debería ser fácil volar a lo largo de una derrota con un arco de exactamente 180° y radio constante, porque la trayectoria de vuelo y la derrota serán idénticas. Esto se puede demostrar aproximando a una carretera en un ángulo de 90° y, cuando está directamente sobre la carretera, realizar un viraje medio, manteniendo luego el mismo ángulo de alabeo a lo largo de los 180° de giro. [Figura 6-2]

Para completar el giro la salida del mismo debe iniciarse en un punto donde las alas estarán niveladas cuando el avión alcanza de nuevo la carretera en un ángulo de 90° y estará directamente sobre la carretera justo al completar el viraje. Esto sería posible sólo si no hubiera absolutamente nada de viento y si el ángulo de alabeo y la velocidad de giro se mantuvieran constantes a lo largo de toda la maniobra.

Si el viraje se realiza con un ángulo de alabeo constante y el viento sopla directamente cruzando la carretera, resultará en un viraje de radio constante a través del aire. Sin embargo, el efecto del viento causará que la derrota se distorsione de un viraje de radio constante o trayectoria semicircular. Cuanto mayor es la velocidad del viento, mayor será la

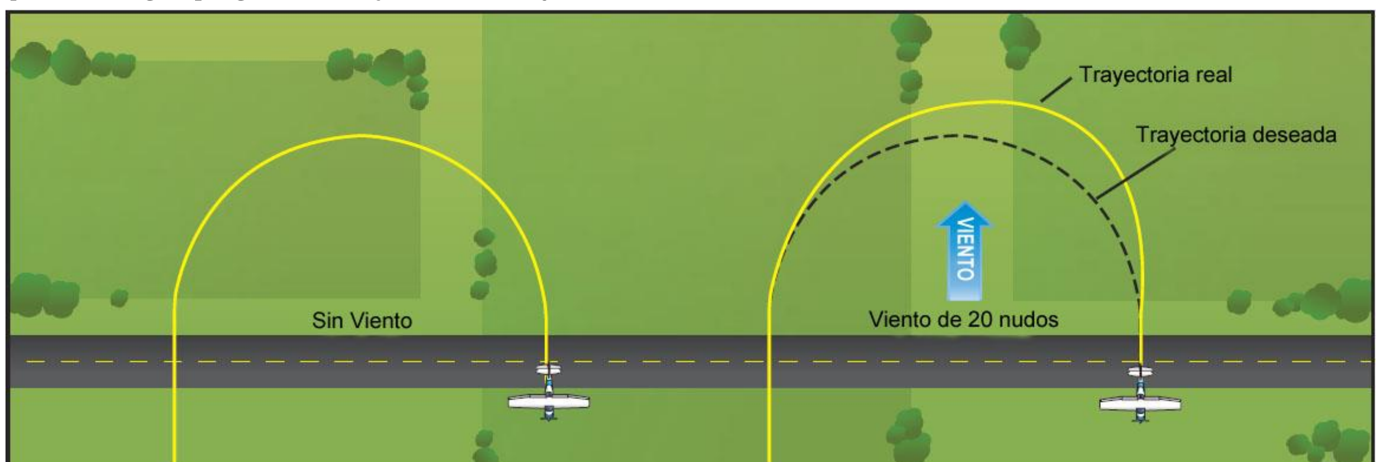


Figura 6-2. Efecto del viento durante un viraje.

diferencia entre la trayectoria deseada y la trayectoria de vuelo. Para contrarrestar esta deriva, la trayectoria de vuelo puede ser controlada por el piloto de una manera tal como para neutralizar el efecto del viento, y hacer que la derrota sea un semicírculo de radio constante.

Los efectos del viento durante los virajes pueden ser demostrados después de seleccionar una carretera, vía de ferrocarril, u otra referencia en tierra que forme una línea recta paralela al viento. Vuele hacia el viento directamente sobre y a lo largo de la línea y luego realice un viraje, con un ángulo de alabeo medio constante, de 360°. [Figura 6-3] El avión regresará a un punto directamente sobre la línea, pero un poco desplazado desde el punto de partida, la cantidad en función de la velocidad del viento y el tiempo requerido para completar el viraje. La trayectoria sobre el suelo será un círculo alargado, aunque en referencia al aire es un círculo perfecto. Es necesario volar recto por el segmento contra el viento después de terminar el viraje para que el avión vuelva a la posición de partida.

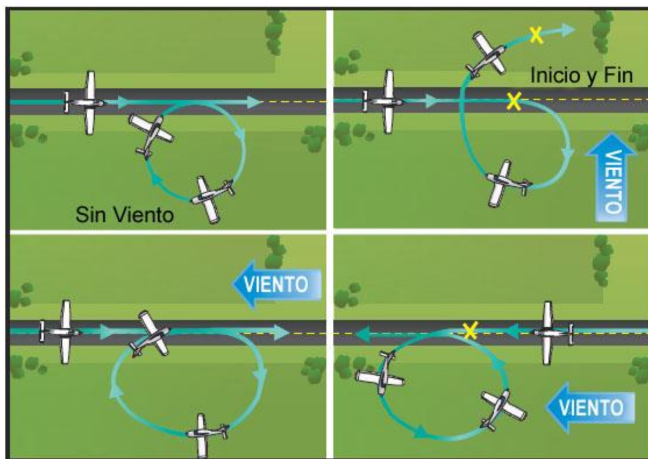


Figura 6-3. Efecto del viento durante virajes.

Un giro de 360° similar puede ser iniciado en un punto específico sobre la línea de referencia, con el avión dirigido directamente a favor del viento. En esta demostración, el efecto del viento durante un viraje con alabeo constante derivará el avión a un punto donde se reinterceptará la línea, pero el giro de 360º se completará en un punto “aguas abajo” del viento desde el punto de partida.

Se puede seleccionar otra línea de referencia que se encuentre directamente con viento cruzado y se repite el mismo procedimiento, lo que demuestra que si la deriva del viento no se corrige, el avión, al término del viraje de 360°, apuntará en la dirección original, pero habrá derivado de la línea una distancia que depende de la cantidad de viento.

A partir de estas demostraciones, se puede ver dónde y por qué es necesario aumentar o disminuir el ángulo de alabeo y la velocidad de giro para conseguir la trayectoria deseada sobre el terreno. Los principios y técnicas involucradas pueden ser practicadas y evaluadas realizando las maniobras con referencia en tierra que se tratan en este capítulo.

CIRCUITO RECTANGULAR

Normalmente, la primera maniobra con referencia en tierra que se enseña al piloto es el circuito rectangular. [Figura 6-4] El circuito rectangular es una maniobra de entrenamiento en la cual la derrota del avión es equidistante a todos los lados de un área rectangular seleccionada en el suelo. La maniobra simula las condiciones que se encuentran en un circuito de tránsito del aeródromo. Durante la realización de la maniobra, la altitud y velocidad deben mantenerse constantes. La maniobra ayuda al alumno piloto a perfeccionar:

- Aplicación práctica del viraje.
- La división de la atención entre la trayectoria de vuelo, los objetos de tierra, y el manejo del avión.
- El momento del inicio de un viraje para que el mismo esté plenamente establecido en un punto definido sobre el suelo.
- El momento de la recuperación del viraje para que se mantenga una derrota definida.
- Establecimiento de una derrota y la determinación del ángulo de corrección apropiado.

Al igual que otras maniobras con referencia en tierra, uno de los objetivos es el desarrollo de la división de la atención entre la trayectoria de vuelo y las referencias de tierra, mientras controla el avión y está pendiente de otras aeronaves en las cercanías. Otro de los objetivos es desarrollar el reconocimiento de la deriva hacia o desde una línea paralela a la derrota prevista. Esto será útil en el reconocimiento de la deriva hacia o desde una pista de aeropuerto durante los distintos tramos del circuito de tránsito de aeródromo.

Para esta maniobra, se debe seleccionar un campo cuadrado o rectangular, o una zona delimitada en los cuatro lados por líneas de sección o carreteras (los lados de los cuales son de aproximadamente una milla de longitud), lejos del resto del tránsito aéreo. El avión debe volar paralelo y a una distancia uniforme de alrededor de 500 metros a un kilómetro de distancia de los límites del campo, no encima de los límites. Para obtener los mejores resultados, la trayectoria de vuelo debe pasar fuera de los límites del campo lo suficiente para que puedan ser observados fácilmente desde cualquier asiento del piloto mirando por el lateral del

Figura 6-4. Circuito rectangular.

avión. Si se intenta volar directamente por encima de los límites del campo, el piloto no tendrá puntos de referencia utilizables para iniciar y completar los virajes. Cuanto más cerca esté la trayectoria de los límites del campo, será más pronunciado el alabeo necesario en los puntos de giro. Además, el piloto debe ser capaz de ver los límites del campo seleccionado mientras está sentado en posición normal y mirando por el lado del avión, ya sea durante un circuito a izquierda o uno a derecha. La distancia de la derrota a los límites del campo debe ser la misma con independencia de que el circuito se vuele a la izquierda o a la derecha. Todos los virajes deben iniciarse cuando el avión está llegando a la esquina de los límites del campo, y el alabeo normalmente no debería superar los 45º. Estos deben ser los factores determinantes al establecer la distancia a los límites para la realización de la maniobra.

Aunque se puede entrar al circuito rectangular desde cualquier dirección, esta discusión supone la entrada en una dirección a favor del viento.

En el tramo a favor del viento, este es de cola y da como resultado un aumento de la velocidad sobre tierra. En consecuencia, el giro hacia el siguiente tramo se realiza con un régimen de alabeo bastante rápido con un ángulo relativamente escarpado. Al progresar el viraje, el ángulo de alabeo se reduce gradualmente porque el componente de viento de cola disminuye, lo que resulta en una disminución de la velocidad sobre tierra.

Durante y después del viraje hacia este tramo (el equivalente al tramo base en un circuito de tránsito), el viento tenderá a derivar el avión alejándolo del límite del campo. Para compensar la deriva, la cantidad de viraje será de más de 90°.

La salida de este viraje debe ser tal que al nivelar las alas, el avión está direccionado ligeramente hacia el

campo y hacia el viento para corregir la deriva. El avión debe estar de nuevo a la misma distancia desde el límite del campo y a la misma altura, como en los otros tramos. El tramo base debe continuarse hasta que se aproxima al límite del tramo contra el viento. Una vez más el piloto debe anticipar la deriva y el radio de giro. Dado que la corrección de deriva se mantiene desde el tramo base, es necesario virar menos de 90° para alinear el avión paralelo al límite del tramo contra el viento. Este viraje se debe iniciar con un ángulo de alabeo medio con una reducción gradual del alabeo al avanzar el giro. La salida se debe calcular para asegurarse de estar paralelo al límite del campo al nivelar las alas.

Mientras el avión se encuentra en el tramo contra el viento, se debe observar el siguiente límite del campo a medida que se acerca, para planificar el giro al tramo de viento cruzado. Dado que el viento está de frente en este tramo, se reduce la velocidad sobre tierra del avión y durante el viraje al tramo con viento cruzado derivará el avión hacia el campo. Por esta razón, el inicio del viraje debe ser lento y el alabeo relativamente suave para contrarrestar este efecto. Al progresar el giro, la componente de viento de frente se reduce, lo que hace aumentar la velocidad sobre tierra. En consecuencia, el ángulo de alabeo y el régimen de giro se incrementan gradualmente para asegurar que tras completar el viraje la derrota en tramo de viento cruzado seguirá a la misma distancia desde el límite del campo.

Al mismo tiempo, al nivelar las alas, la corrección apropiada por deriva se establece con el avión girado hacia el viento. Esto requiere que el viraje sea menor de 90°. Si el viraje se ha realizado correctamente, el límite del campo aparecerá nuevamente a 500 metros o un kilómetro de distancia. Mientras está en el tramo de viento cruzado, el ángulo de corrección de viento se debe ajustar según sea necesario para mantener una distancia uniforme desde el límite del campo.

A medida que se acerca el siguiente límite de campo, el piloto debe planear el viraje hacia el tramo con viento de cola. Dado que se mantiene un ángulo de corrección de deriva hacia el viento y en contra del campo, mientras está en el tramo de viento cruzado, el próximo giro requerirá un viraje de más de 90°. Dado que el viento cruzado se convertirá en un viento de cola, aumentado la velocidad sobre tierra durante este viraje, el alabeo inicialmente debe ser medio y aumentado progresivamente a medida que progresa el viraje. Para completar el giro, la salida debe ser programada de manera que las alas se nivelen cuando el eje longitudinal del avión se encuentre de nuevo paralelo al límite del campo. La distancia desde el límite del campo debe ser la misma que la de los otros lados del campo.

Por lo general, no se debe encontrar deriva con viento a favor o en contra, pero puede ser difícil encontrar una situación en la que el viento sopla exactamente paralela a los límites del campo. Esto hará necesario utilizar un ligero ángulo de corrección de deriva en todos los tramos. Es importante anticipar los virajes para corregir la velocidad sobre tierra, la deriva, y el radio de giro. Cuando el viento está detrás del avión, el viraje debe ser más rápido y más escarpado; y cuando está por delante de la aeronave, el viraje debe ser más lento y menos inclinado. Estas mismas técnicas se aplican durante los vuelos en los circuitos de tránsito de aeródromos.

Errores comunes al realizar circuitos rectangulares son:

- Falla al observar adecuadamente el área.
- Falla al establecer la altitud adecuada antes de entrar. (Típicamente entrar en la maniobra mientras desciende.)
- Falla al establecer el ángulo de corrección de viento apropiado resultando en deriva.
- Ganar o perder altitud.
- Falta de coordinación. (Normalmente derrapar en los giros desde tramos a favor del viento y deslizamiento en los virajes desde tramos contra el viento.)
- Uso abrupto del control.
- Incapacidad para dividir adecuadamente la atención entre el control del avión y el mantenimiento de la trayectoria.
- Sincronización incorrecta al iniciar y terminar los virajes.
- Vigilancia inadecuada por otras aeronaves.

S SOBRE CAMINO

Una S sobre camino es una maniobra de práctica en la que la derrota del avión describe semicírculos de radios iguales a cada lado de una línea recta seleccionada en el suelo. [Figura 6-5] La línea recta puede ser una carretera, cerca, o ferrocarril que se encuentra perpendicular al viento, y debe tener una longitud suficiente para hacer una serie de virajes. Se debe mantener una altitud constante durante toda la maniobra.

Las S sobre camino presentan uno de los problemas más elementales en la aplicación práctica de un viraje y en la corrección por la deriva del viento en los virajes. Si bien la aplicación de esta maniobra es considerablemente menos avanzada en algunos aspectos que el circuito rectangular, se enseña después

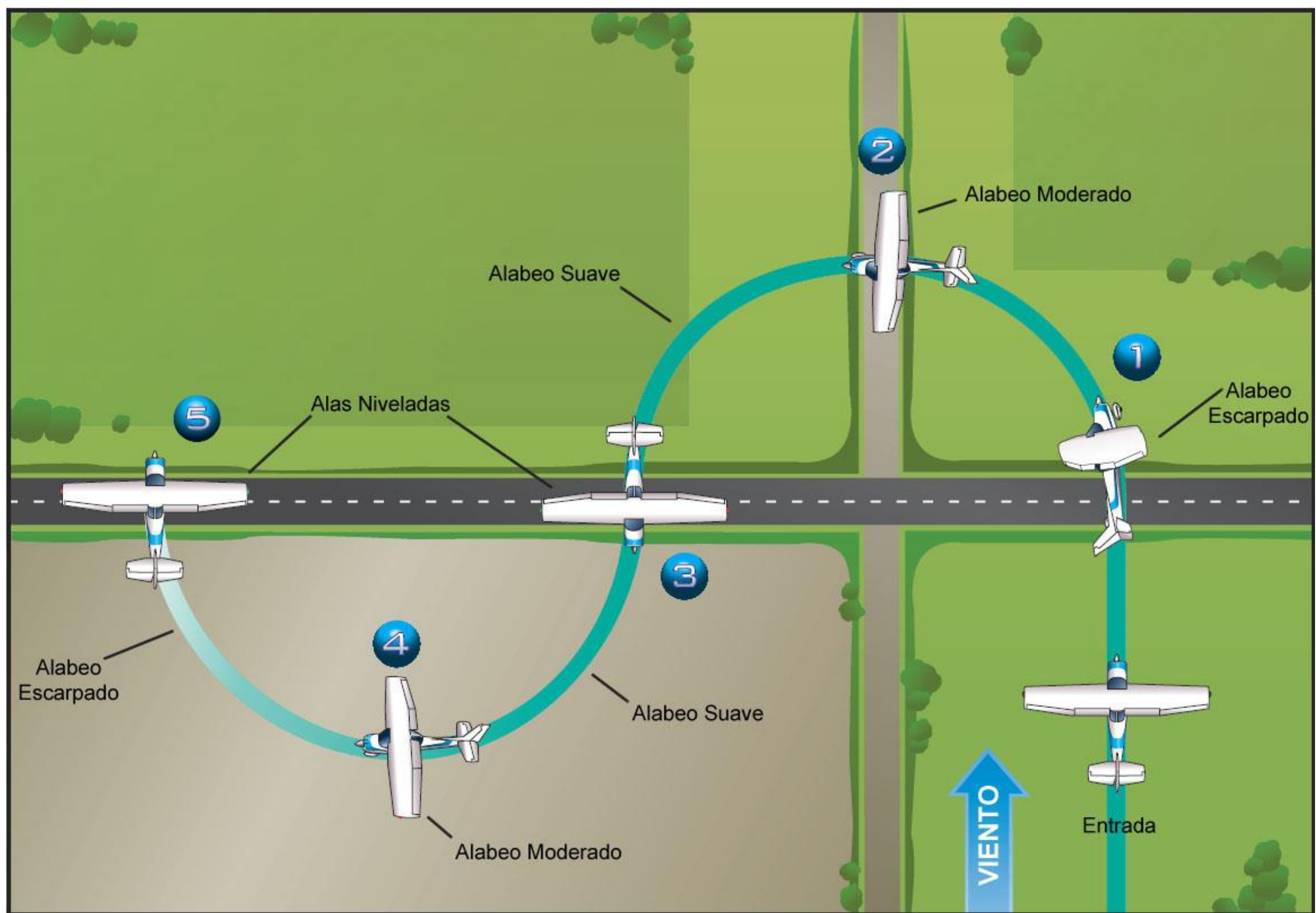


Figura 6-5. S sobre camino.

que el alumno ha aprendido esa maniobra con el fin de que el alumno pueda tener un conocimiento en la corrección de la deriva del viento en vuelo recto a lo largo de un línea de referencia antes de intentar corregir la deriva al realizar un viraje.

Los objetivos de las S sobre camino son el desarrollo de capacidad para compensar la deriva durante los virajes, orientar la trayectoria con referencias en tierra, seguir una derrota asignada, arribar a puntos especificados con los rumbos asignados, y dividir la atención del piloto. La maniobra consiste en cruzar la carretera en un ángulo de 90° y de inmediato comenzar una serie de virajes de 180° con radio uniforme en direcciones opuestas, volver a cruzar la carretera en un ángulo de 90° justo al completar cada viraje de 180º.

Para lograr una derrota de radio constante se requiere un ángulo y velocidad de alabeo cambiantes para establecer el ángulo de corrección de deriva. Ambos aumentarán o disminuirán a medida que aumenta o disminuye la velocidad respecto a tierra.

El alabeo debe ser escarpado cuando se inicia el viraje en el lado de la carretera contrario al viento y hay que disminuirlo gradualmente a medida que avanza el giro desde un rumbo a favor del viento a un rumbo contra el viento. En el lado de la carretera que da al viento, el viraje se debe iniciar con un alabeo relativamente suave y luego aumentarlo gradualmente a medida que el avión vira desde un rumbo contra el viento a un rumbo a favor del viento.

En esta maniobra, el avión deberá ser alabeado desde un lado directamente al opuesto justo al cruzar la línea de referencia en la tierra.

Antes de iniciar la maniobra, se debe seleccionar una línea de referencia sobre tierra o carretera que se encuentre a 90° de la dirección del viento, luego, verificar el área para asegurarse de que no haya obstrucciones u otras aeronaves cercanas. Se debe aproximar al camino desde el lado donde sopla el viento, a la altitud seleccionada con un rumbo con viento a favor. Cuando está directamente sobre la carretera, se debe comenzar de inmediato el viraje. Con el avión dirigido a favor del viento, la velocidad sobre tierra es mayor y la velocidad de alejamiento de la carretera será rápida; de modo que el alabeo hacia un ángulo escarpado debe ser bastante rápido para alcanzar el ángulo de corrección de viento apropiado.

Esto evita que el avión se aleje demasiado de la carretera y establezca una derrota de radio excesivo.

Durante la última parte de los primeros 90° del viraje cuando el rumbo del avión está cambiando de viento a favor a un rumbo de viento cruzado, la velocidad sobre tierra se hace menor y la velocidad de alejamiento de la carretera disminuye. El ángulo de corrección de deriva será máximo cuando el avión esté directamente con viento cruzado.

Después de girar 90°, el rumbo del avión es cada vez más en contra del viento, la velocidad sobre tierra disminuye, y la velocidad de acercamiento al camino se hace más lenta. Si se mantuviera un alabeo escarpado constante, el avión viraría demasiado rápido para la velocidad de acercamiento, y quedaría con rumbo perpendicular a la carretera antes de tiempo. Debido a la velocidad sobre tierra y la velocidad de acercamiento disminuyendo mientras se aproxima al rumbo en contra del viento, será necesario disminuir gradualmente el alabeo durante los restantes 90° del semicírculo, de manera que el ángulo de corrección del viento se elimine por completo y las alas se nivelen cuando se completa el viraje de 180° en el momento en que se alcanza la carretera.

En el instante de cruzar la carretera de nuevo, se debe iniciar un giro en la dirección opuesta. Ya que el avión sigue volando contra el viento, la velocidad sobre tierra es relativamente baja. Por lo tanto, el viraje tendrá que ser iniciado con un alabeo suave a fin de evitar una excesiva tasa de giro que establecería el máximo ángulo de corrección de deriva demasiado pronto. El grado de alabeo debe ser el necesario para alcanzar el ángulo de corrección de deriva apropiado para que la derrota describa un arco del mismo tamaño que el establecido en el otro lado.

Dado que el avión está virando de contra el viento a un rumbo a favor del viento, la velocidad sobre tierra aumentará y después de girar 90°, la velocidad de acercamiento a la carretera se incrementará muy rápido. En consecuencia, el ángulo de alabeo y la velocidad de giro se deben aumentar progresivamente para que el avión haya virado 180° en el momento que llegue a la carretera. Una vez más, el nivelado se debe iniciar a tiempo para que el avión esté en vuelo recto y nivelado directamente sobre, y perpendicular, a la carretera.

A lo largo de la maniobra se debe mantener una altitud constante, y el alabeo debe cambiarse constantemente para realizar una derrota semicircular real.

A menudo hay una tendencia a aumentar el alabeo demasiado rápido durante la parte inicial del viraje en el lado del viento, lo que impedirá completar el viraje de 180° antes de volver a cruzar la carretera. Esto es evidente cuando el viraje no se completa a tiempo para que el avión cruce la carretera en un ángulo perpendicular. Para evitar este error, el piloto debe visualizar la derrota en semicírculo deseada, y aumentar el alabeo durante la parte inicial de este viraje. Durante la última parte del viraje, al acercarse a la carretera, el piloto debe juzgar la velocidad de acercamiento correctamente y aumentar el alabeo en consecuencia, con el fin de cruzar la carretera perpendicular a ella al momento de completar el viraje.

Errores comunes en la realización S sobre caminos son:

- Falla al observar adecuadamente el área.
- Falta de coordinación.
- Ganar o perder altitud.
- Incapacidad para visualizar la derrota en semicírculo.
- Mala sincronización al iniciar y terminar los virajes.
- Corrección de deriva defectuosa.
- Vigilancia inadecuada por otras aeronaves.

VIRAJE ALREDEDOR DE UN PUNTO

El viraje alrededor de un punto, como una maniobra de entrenamiento, es una extensión lógica de los principios involucrados en la realización de S sobre caminos. Sus propósitos como maniobra formación son:

- Para perfeccionar aún más la técnica de viraje.
- Perfeccionar la capacidad de controlar el avión subconscientemente mientras divide la atención entre la trayectoria y las referencias en tierra.
- Enseñar al alumno que el radio de un viraje es una distancia afectada por el grado de alabeo utilizado cuando vira en relación a un objeto definido.
- Desarrollar una percepción aguda de altitud.
- Perfeccionar la capacidad de corregir la deriva del viento mientras vira.

En virajes alrededor de un punto, el avión se vuela en dos o más círculos completos de radio o distancia uniforme a un punto prominente de referencia en tierra usando un alabeo máximo de aproximadamente 45° mientras mantiene una altura constante.

Los factores y principios de la corrección de la deriva que están involucrados en los virajes en S también son

aplicables en esta maniobra. Al igual que en otras maniobras con referencia en tierra, un radio constante alrededor de un punto requerirá, si existe viento, un cambio constante del ángulo de alabeo y del ángulo de corrección del viento. Cuanto más cerca esté el avión a un rumbo a favor del viento, donde la velocidad sobre tierra es mayor, será más escarpado el alabeo y más rápida la velocidad de giro requerida para establecer el ángulo de corrección de viento adecuado. Cuanto más cerca está a un rumbo directo contra el viento donde la velocidad sobre tierra es menor, será más suave el alabeo y más lenta la velocidad de giro requerida para establecer el ángulo de corrección de viento adecuado. Se deduce, entonces, que durante toda la maniobra el alabeo y la velocidad de giro deberán ser variadas gradualmente en proporción a la velocidad sobre tierra.

El punto seleccionado para los virajes alrededor de un punto debe ser prominente, fácilmente distinguible por el piloto, pero lo suficientemente pequeño como para presentar una referencia precisa. [Figura 6-6] Arboles aislados, cruce de caminos, u otras pequeñas marcas similares son generalmente adecuados.

Para entrar en un viraje alrededor de un punto, el avión debe volar un rumbo de viento a favor a un costado del punto seleccionado a una distancia igual al radio de giro deseado. En un avión de ala alta, la distancia desde el punto debe permitir al piloto ver el punto durante toda la maniobra incluso con el ala baja en el alabeo. Si el radio es demasiado grande, el ala baja bloqueará la visión del punto por parte del piloto.

Cuando hay un viento significativo, será necesario alabear inicialmente a una velocidad rápida para lograr el máximo alabeo en el punto donde el avión se dirige directamente contra el viento. Entrando a la maniobra directamente en dirección al viento, se puede lograr inmediatamente la máxima inclinación. Por lo tanto, si se desea un alabeo máximo de 45°, el alabeo inicial será de 45°, si el avión está a la distancia correcta del punto. A partir de entonces, el alabeo será reducido gradualmente hasta alcanzar el punto en el que el avión se dirige directamente contra el viento. En este punto, el alabeo debe aumentarse gradualmente hasta que se alcanza de nuevo el máximo alabeo cuando se dirige contra el viento en el punto inicial de entrada.

Así como los virajes en S requieren que el avión se vire hacia el viento variando el alabeo, también lo

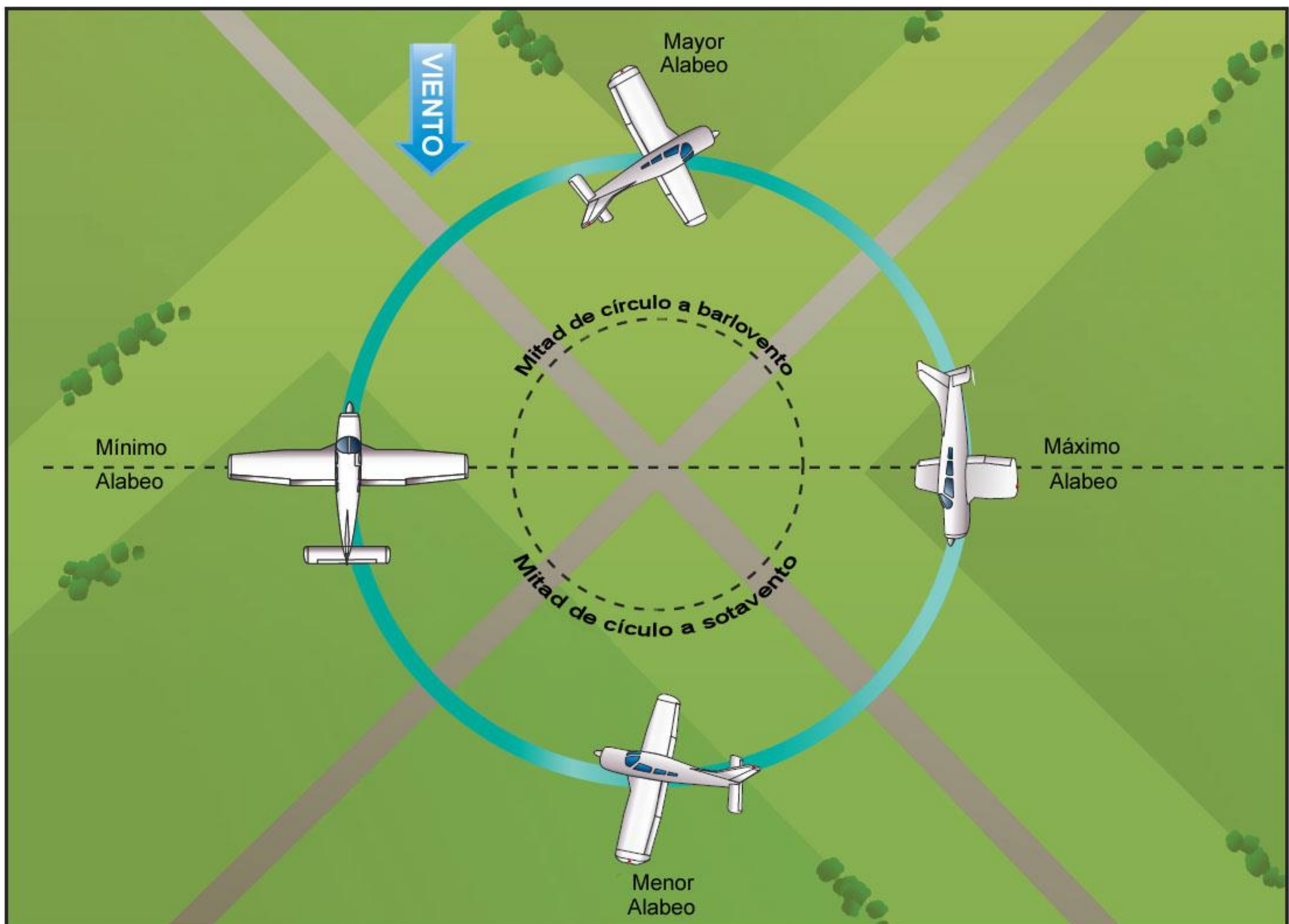


Figura 6-6. Virajes alrededor de un punto.

requiere el viraje alrededor de un punto. Durante el semicírculo a sotavento, la nariz del avión se apunta progresivamente hacia el interior del círculo; durante la mitad a barlovento, la nariz se apunta progresivamente hacia el exterior. La mitad a sotavento del viraje alrededor del punto se puede se comparar con el lado a sotavento de la S sobre camino; la mitad a barlovento del viraje alrededor del punto se puede comparar con el lado a barlovento de la S sobre camino.

A medida que el piloto gana experiencia realizando virajes alrededor de un punto y tiene buen conocimiento de los efectos de la deriva del viento y la variación del ángulo de alabeo y el ángulo de corrección de deriva según sea necesario, la entrada en la maniobra puede ser desde cualquier punto. Al entrar en la maniobra en un punto que no sea a favor del viento, sin embargo, se debe seleccionar cuidadosamente el radio de giro, teniendo en cuenta la velocidad del viento y la velocidad sobre tierra para no requerir luego un alabeo excesivo para mantener la derrota apropiada. El instructor debe poner especial énfasis en el efecto de un alabeo inicial incorrecto. Este énfasis debe continuar al realizar los ochos elementales.

Errores comunes al realizar virajes alrededor de un punto son:

- Falla al observar adecuadamente el área.
- Falla al establecer el alabeo de entrada apropiado.
- Falla en el reconocimiento de la deriva del viento.
- Alabeo excesivo y/o ángulo de corrección de deriva inadecuado en el lado de sotavento del círculo resultando en la deriva hacia el punto de referencia.
- Alabeo inadecuado y/o ángulo de corrección de deriva excesivo en el lado de barlovento del círculo resultando en un alejamiento del punto de referencia.
- Virajes derrapando al virar desde rumbo a favor del viento a viento cruzado.
- Virajes deslizando al virar desde rumbo contra el viento a viento cruzado.
- Ganar o perder altitud.
- Vigilancia inadecuada por otras aeronaves.
- Incapacidad para dirigir la atención fuera del avión mientras se mantiene el control preciso del mismo.

OCHOS BASICOS

Un "ocho" es una maniobra en la que el avión describe una trayectoria sobre el suelo más o menos con la forma de un número "8". En todos los ochos excepto "ochos perezosos" la trayectoria es horizontal siguiendo un camino marcado en el suelo. Hay varios tipos de ochos, progresando desde tipos básicos a tipos muy difíciles en maniobras avanzadas. Cada uno tiene su uso especial en la enseñanza a los alumnos para resolver un problema particular de viraje en relación a la Tierra, o un objeto en la superficie de la Tierra. Cada tipo, al aumentar la dificultad de su realización, perfecciona aún más la coordinación técnica del alumno y requiere un mayor grado de habilidad de volar en forma subconsciente. De todas las maniobras de entrenamiento disponibles por el instructor, sólo los ochos requieren progresivamente un mayor grado de atención consciente a los objetos exteriores. Sin embargo, la importancia real de los ochos está en la exigencia de perfección y la exhibición de vuelo subconsciente.

Los ochos básicos, específicamente los ochos a lo largo de un camino, ochos a través de un camino, y ochos alrededor de pilones, son variaciones de virajes alrededor de un punto, que utilizan dos puntos sobre los que vira el avión en ambas direcciones. Los ochos básicos están diseñados para los siguientes propósitos.

- Perfeccionar la técnica de viraje.
- Desarrollar la capacidad de dividir la atención entre el manejo de los controles y un objeto exterior.
- Perfeccionar el conocimiento del efecto de ángulo de alabeo sobre el radio de giro.
- Demostrar cómo afecta el viento la trayectoria del avión sobre el suelo (derrota).
- Adquirir experiencia en la visualización de los resultados de planificar antes de la ejecución de la maniobra.
- Entrenar al alumno a pensar y planificar por delante del avión.

Ochos a lo largo de un camino

Un ocho a lo largo de un camino es una maniobra en la que la derrota consiste de dos círculos adyacentes completos de igual radio a cada lado de un camino recto u otra línea de referencia en tierra. La derrota se asemeja a un número 8. [Figura 6-7 en la página siguiente]

Al igual que las otras maniobras de referencia en tierra, su objetivo es desarrollar la división de atención, mientras compensa por la deriva, manteniendo la orientación con referencias terrestres, y manteniendo una altitud constante.

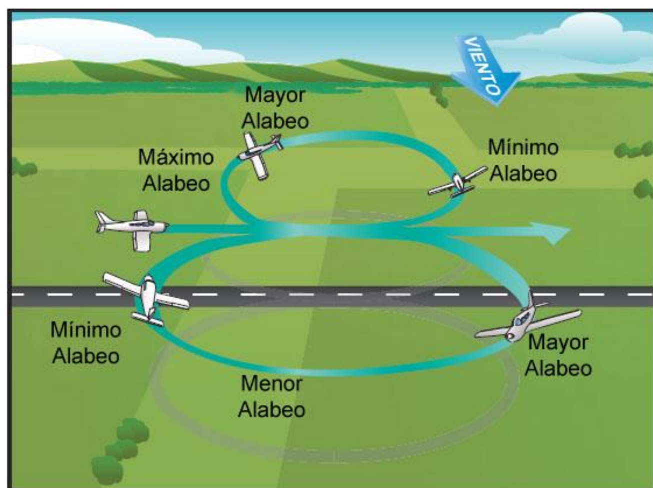


Figura 6-7. Ocho a lo largo de un camino.

Aunque los ochos a lo largo de un camino se pueden realizar con viento soplando paralelo al camino, o directamente cruzado al camino, con el propósito de simplificar, sólo se explica esta última situación ya que los principios implicados en cualquiera de los casos son comunes.

Se debe seleccionar una línea de referencia o camino perpendicular al viento, y volar el avión paralelo y justo encima del camino. Dado que el viento sopla cruzado a la trayectoria, el avión requerirá un ángulo de corrección de deriva para mantenerlo justo encima del camino durante la parte inicial recta y nivelada. Antes de iniciar la maniobra, el área debe ser verificada para asegurarse evitar obstáculos y otras aeronaves.

Por lo general, el primer viraje debe hacerse hacia un rumbo a favor del viento con un alabeo medio. Dado que el avión va a girar cada vez más directo a favor del viento, la velocidad sobre tierra irá en aumento y la velocidad de alejamiento del camino tenderá a ser más rápida. De este modo, el alabeo y la velocidad de giro se incrementan para establecer un ángulo de corrección de deriva que evite que el avión exceda la distancia deseada al camino cuando se completen 180° de cambio de dirección. El mayor alabeo se alcanza cuando el avión se dirige directamente a favor del viento.

Al completar 180° de cambio de dirección, se estará volando paralelo al camino y usando un ángulo de corrección de viento hacia el mismo, con el viento actuando directamente perpendicular a la derrota. En este punto, el piloto debe visualizar los restantes 180° de derrota requerida para volver al mismo lugar sobre el camino desde donde comenzó la maniobra.

Mientras se continúa el viraje hacia un rumbo contra el viento, el viento tenderá a evitar que el avión llegue al camino, disminuyendo la velocidad sobre tierra y la velocidad de acercamiento. La velocidad de giro y el ángulo de corrección de deriva se reducen proporcionalmente de modo que se alcance el camino justo al terminar de viraje de 360°. Para lograr esto, se reduce el alabeo de modo que cuando se dirige directamente contra el viento, tendrá el menor ángulo. En los últimos 90° del viraje, el alabeo se puede variar para corregir errores anteriores al juzgar la velocidad de giro y acercamiento. La nivelación debe ser ajustada para que el avión esté recto y nivelado sobre el punto de partida, con la suficiente corrección de deriva para mantenerlo sobre el camino.

Después de volar momentáneamente recto y nivelado sobre el camino, el avión se inclina en un viraje medio en la dirección opuesta para empezar el círculo en el lado a barlovento del camino. El viento seguirá disminuyendo la velocidad sobre tierra y tratará de derivar el avión de vuelta al camino; por lo tanto, el alabeo debe ser disminuido lentamente durante los primeros 90° de cambio de dirección con el fin de alcanzar la distancia deseada al camino y lograr el ángulo de corrección de deriva adecuado cuando se ha completado el cambio de 180° en la dirección.

A medida que continúan los 180° restantes del viraje, el viento se hace más de cola y aumenta la velocidad en tierra del avión. Esto hace que la velocidad de acercamiento sea mayor; en consecuencia, el ángulo de alabeo y la velocidad de giro se deben aumentar aún más para alcanzar el suficiente ángulo de corrección de deriva para evitar que el avión se acerque al camino con demasiada rapidez. El alabeo estará en su mayor ángulo cuando el avión se dirige directamente a favor del viento.

En los últimos 90° del viraje, la velocidad de giro se debe reducir para llevar el avión al punto de inicio sobre el camino. La nivelación debe ser ajustada para que el avión esté recto y nivelado, girado hacia el viento, y volando paralelo a, y sobre, la carretera.

La medida del progreso del alumno en la realización de ochos a lo largo de un camino es la suavidad y la precisión del cambio de alabeo que se usa para contrarrestar la deriva. Cuanto antes se detecte la deriva y se aplique la corrección, menor serán los cambios requeridos. Cuanto más rápido el alumno pueda anticipar las correcciones necesarias, menos obvios serán los cambios y más atención se podrá dirigir a mantener la altitud y la operación del avión.

Los errores en la coordinación deben ser eliminados y mantenida una altitud constante. No se debe permitir que la técnica de vuelo sufra por el hecho de que se divide la atención del alumno. Esta técnica debería mejorar a medida que el alumno es capaz de dividir la

atención entre la operación de los controles del avión y seguir una derrota designada.

Ochos a través de un camino

Esta maniobra es una variación del ocho a lo largo de un camino e involucra los mismos principios y técnicas. La principal diferencia es que al completar cada círculo de la figura de ocho, el avión debe cruzar una intersección de carreteras o un punto específico en un camino recto. [Figura 6-8]

Los círculos deben estar cruzando el camino y el viento debe ser perpendicular al camino. Cada vez que se cruza el camino, el ángulo de cruce debe ser el mismo y las alas del avión deben estar niveladas. Los ochos también pueden ser realizados alabeando de un lado inmediatamente al otro, directamente sobre la carretera.

Ochos alrededor de pilones

Esta maniobra de entrenamiento es una aplicación de los mismos principios y técnicas de corrección de la deriva del viento usadas en virajes alrededor de un punto y los mismos objetivos que otras maniobras con referencia en tierra. En este caso, se utilizan como referencias dos puntos o pilones en tierra, y los virajes alrededor de cada pilón se hacen en direcciones opuestas para seguir una derrota con la forma de un número 8. [Figura 6-9]

El circuito consiste en volar a favor del viento entre los pilones y contra el viento fuera de los pilones. Puede incluir un breve período de vuelo recto y nivelado mientras se procede en diagonal de un pilón al otro.

Los pilones seleccionados deben estar en una línea a 90º respecto de la dirección del viento y debe estar en un área lejos de comunidades, el ganado, o grupos de personas, para evitar posibles molestias o peligros a los demás. El área seleccionada debe estar libre de obstáculos peligrosos y otro tipo de tránsito aéreo. A lo largo de toda la maniobra se debe mantener una altitud constante de al menos 500 pies por encima del suelo.

El ocho se debe iniciar con el avión en un rumbo a favor del viento al pasar entre los pilones. La distancia entre los pilones y la velocidad del viento determinarán el ángulo de alabeo inicial requerido para mantener un radio constante a los pilones durante cada viraje. Los virajes más escarpados serán necesarios juso después de cada entrada al viraje, y justo antes de la salida de cada viraje cuando el avión se dirige a favor del viento y la velocidad sobre tierra es mayor; los alabeos serán mínimos cuando el avión se dirige directamente contra el viento y la velocidad sobre tierra es menor.

El cambio de la velocidad de alabeo dependerá de la velocidad del viento, igual que lo hace en los virajes en S y virajes alrededor de un punto, y el alabeo cambiará continuamente durante los virajes. El ajuste del ángulo de alabeo debe ser gradual desde el más escarpado al más suave al dirigirse el avión progresivamente hacia el viento, seguido por un aumento gradual hasta alcanzar nuevamente el alabeo más escarpado justo antes de nivelar. Si el avión procede en diagonal de un viraje al otro, el nivelado de cada viraje se debe completar en rumbo adecuado con suficiente ángulo de corrección de deriva para garantizar que tras un breve

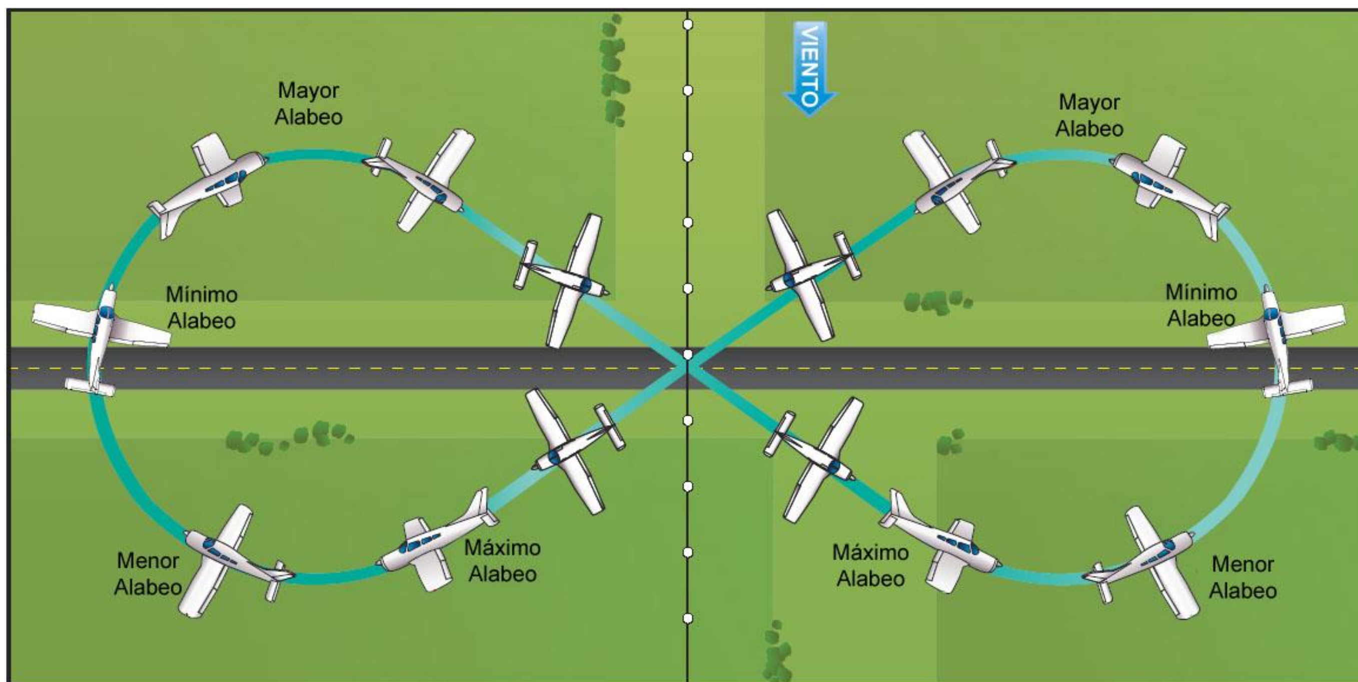


Figura 6-8. Ochos a través de un camino.

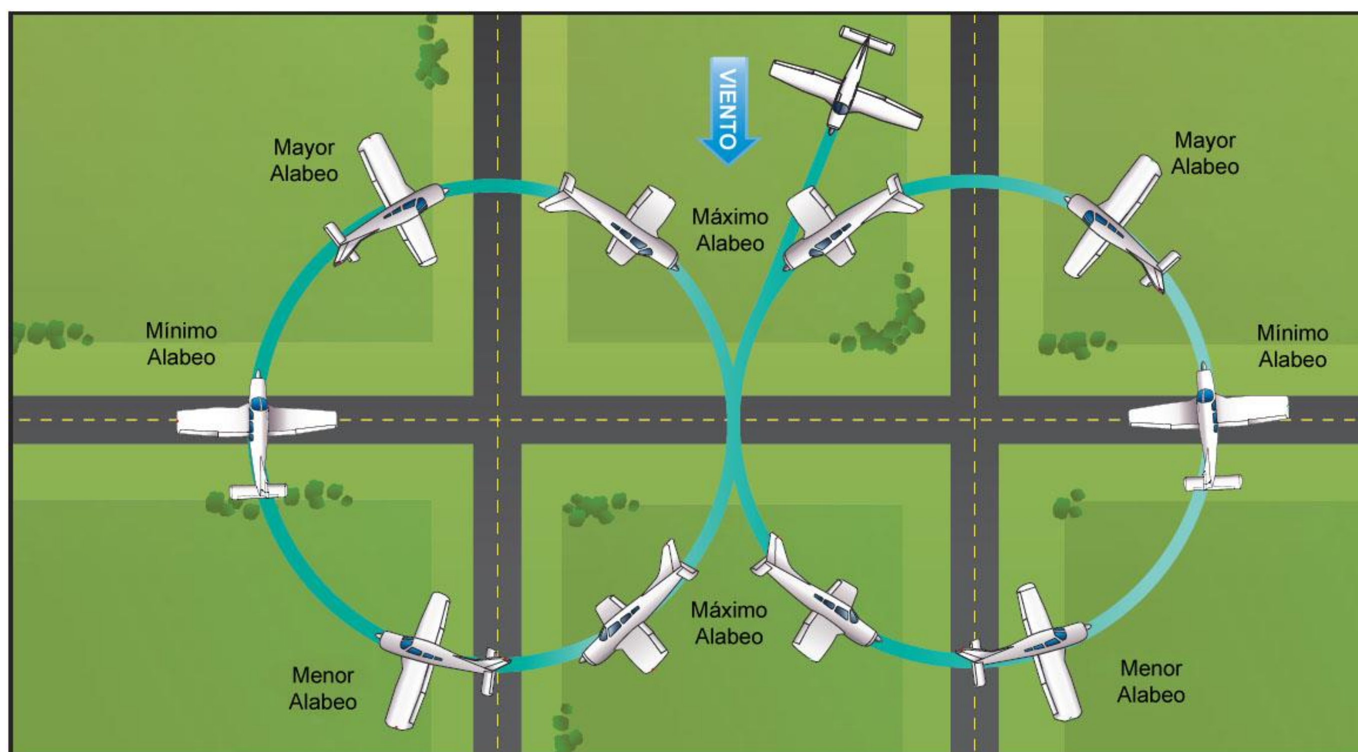


Figura 6-9. Ochos alrededor de pilones.

vuelo recto y nivelado, el avión llegará al punto donde un viraje del mismo radio se puede hacer alrededor del otro pilón. Los segmentos de vuelo recto y nivelado deben ser tangentes a los dos circuitos circulares.

Los errores comunes en el desarrollo de ochos básicos son:

- Falla al observar adecuadamente el área.
- Mala elección de los puntos de referencia en tierra.
- Entrada a la maniobra inadecuada considerando la dirección del viento y puntos de referencia en tierra.
- Alabeo inicial incorrecto.
- Falta de coordinación en los virajes.
- Ganar o perder altitud.
- Pérdida de la orientación.
- Cambios en el ángulo de alabeo abruptos en lugar de cambios suaves para contrarrestar la deriva del viento en los virajes.
- Falla al no anticipar la corrección de deriva del viento necesaria.
- Falla al aplicar la corrección de deriva necesaria en el momento oportuno.
- Falla al nivelar los virajes en el rumbo apropiado.
- Incapacidad para dividir la atención entre los puntos de referencia en tierra, el control del avión, y vigilancia de otras aeronaves.

Ochos sobre pilones

El ocho sobre pilones es la más avanzada y más difícil de las maniobras de instrucción de vuelo a baja altitud. Debido a las distintas técnicas involucradas, el ocho sobre pilones es insuperable para enseñar, desarrollar y probar el control subconsciente del avión.

Como el ocho sobre pilones es esencialmente una maniobra avanzada en la que la atención del piloto está dirigida al mantenimiento de una posición de pivotaje sobre el pilón seleccionado, con un mínimo de atención dentro de la cabina, no debe ser presentada hasta que el instructor esté seguro de que el alumno tiene un conocimiento total de los fundamentos. Por lo tanto, los requisitos son la capacidad de hacer un viraje coordinado sin ganar o perder altitud, excelente tacto del avión, reconocimiento de la pérdida, tranquilidad con maniobras a baja altura, y ausencia del error de sobre concentración.

Como los ochos alrededor de pilones, esta maniobra de entrenamiento también implica volar el avión en trayectorias circulares, alternativamente a izquierda y derecha, en la forma de un número 8 en torno a dos puntos o pilones seleccionados. A diferencia de los ochos alrededor de pilones, sin embargo, no se intenta mantener una distancia uniforme al pilón. En los ochos

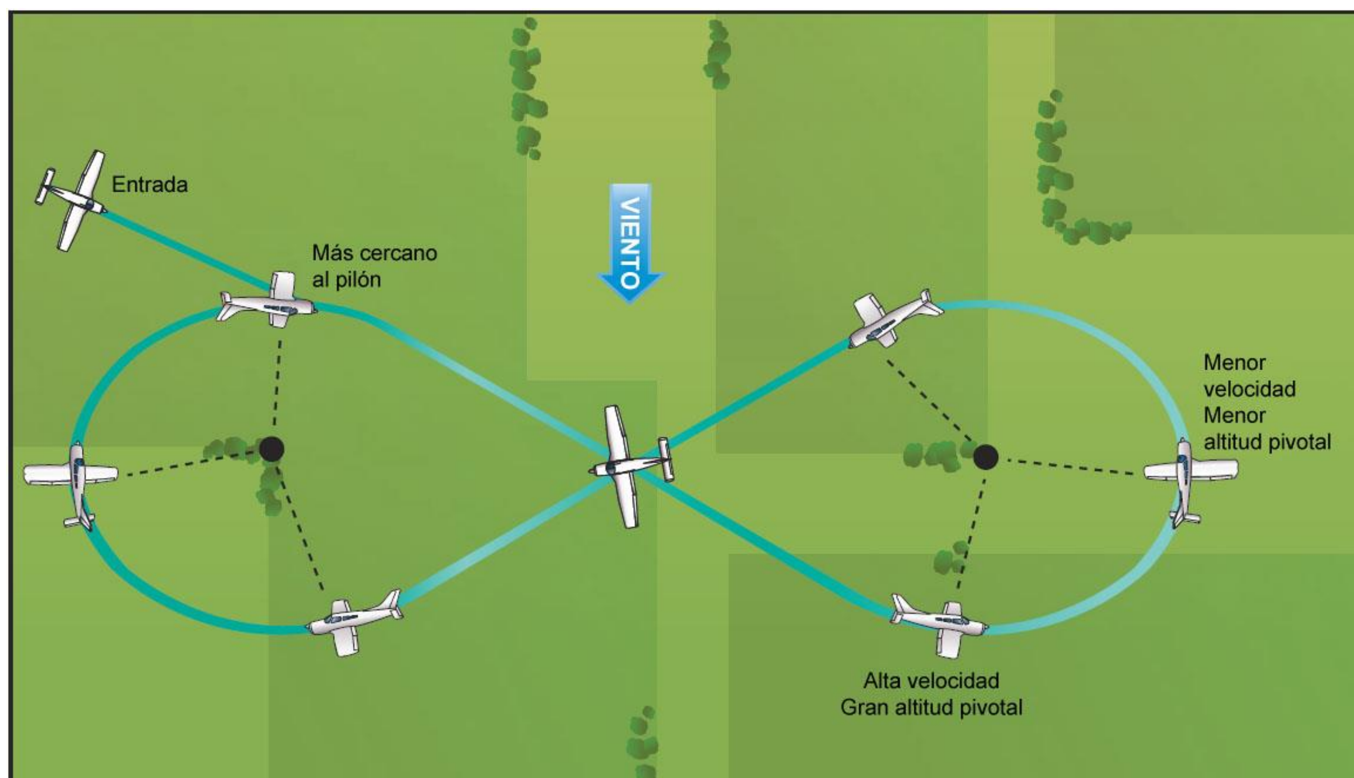


Figura 6-10. Ocho sobre pilones.

sobre pilones, la distancia a los pilones varía si hay viento. En cambio, el avión vuela a una altitud y velocidad tan precisa que una línea paralela al eje lateral del avión, que se extiende desde los ojos del piloto, parece pivotar sobre cada uno de los pilones. [Figura 6-10] También, a diferencia de los ochos alrededor de pilones, al realizar ochos sobre pilones el ángulo de alabeo aumenta al disminuir la distancia al pilón.

La altitud apropiada para el avión que está volando se llama altitud pivotal y está gobernada por la velocidad sobre tierra. Aunque no es realmente una maniobra sobre tierra como las maniobras anteriores, el objetivo es similar, desarrollar la capacidad de maniobrar el avión con precisión mientras divide la atención entre la trayectoria y los puntos seleccionados en tierra.

Al explicar el desarrollo de los ochos sobre pilones, el término "punta del ala" es considerado con frecuencia como sinónimo de la línea de referencia apropiada, o punto de pivote del avión. Esta interpretación no es siempre correcta. Los aviones con ala alta, ala baja, ala en flecha, o con alas trapezoidal, así como aquellos con asientos en tándem o lado a lado, presentan diferentes ángulos de los ojos del piloto a la punta del ala. [Figura 6-11] Por lo tanto, en el desarrollo correcto de ochos sobre pilones, como en otras maniobras que requieren una referencia lateral, el piloto debe utilizar una línea de referencia visual que, desde el nivel del ojo, es paralela al eje lateral del avión.

El punto o línea de observación, aunque no es necesario que esté justo en el extremo del ala, puede estar posicionado en relación a la punta del ala (adelante, atrás, arriba, o abajo), pero incluso en ese caso será diferente para cada piloto, y cada asiento en el avión. Esto es especialmente cierto en aviones con asientos en tándem (adelante y atrás). En los aviones de tipo lado a lado, habrá muy poca variación en las líneas de visión para diferentes personas si las personas están sentadas de manera que los ojos de cada uno estén aproximadamente al mismo nivel.

También es esencial una explicación de la altitud pivotal. Hay una altitud específica en la que, cuando el avión vira a una velocidad en tierra determinada, una proyección de la línea de referencia de observación hasta el punto seleccionado en tierra parecerá pivotar sobre ese punto. Ya que diferentes aviones vuelan a diferentes velocidades, la velocidad sobre tierra será diferente. Por lo tanto, cada avión tiene su propia altitud pivotal. [Figura 6-12] La altitud pivotal no varía con el ángulo de alabeo usado a menos que el alabeo sea lo suficientemente escarpado para afectar a la velocidad sobre tierra. Una regla para estimar la altitud pivotal con viento en calma es elevar al cuadrado la velocidad verdadera y dividir por 15 si son millas por hora (mph) o 11,3 si son nudos.

La distancia desde el pilón afecta el ángulo de alabeo. A cualquier altitud por encima de la altitud pivotal, la

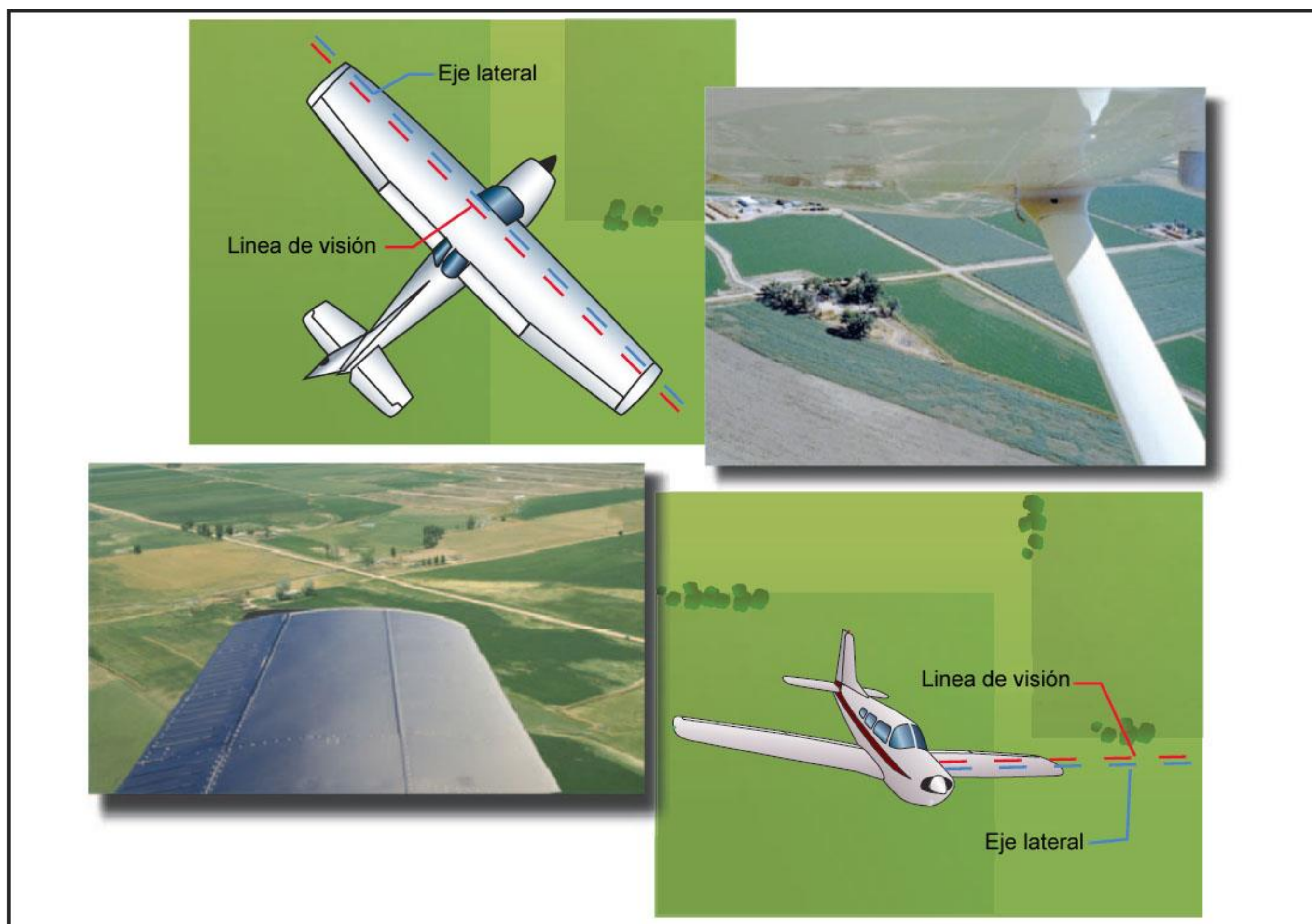


Figura 6-11. Línea de visión.

línea de referencia proyectada parecerá moverse hacia atrás en una trayectoria circular en relación con el pilón. A la inversa, cuando el avión está por debajo de la altitud pivotal, la línea de referencia proyectada parecerá moverse hacia adelante en una trayectoria circular. [Figura 6-13]

Para demostrar esto, el avión se vuela a la velocidad de crucero normal, y a una altitud estimada por debajo de la altura pivotal apropiada, y luego se coloca en una viraje medio. Se verá que la línea de visión proyectada parece que se mueve hacia adelante a lo largo del suelo (el pilón se mueve hacia atrás) cuando el avión vira.

Luego se asciende a una altitud muy por encima de la altitud pivotal, y cuando el avión está de nuevo a la velocidad de crucero normal, se inicia un viraje medio. A esta mayor altitud, la línea de referencia proyectada ahora parece que se mueve hacia atrás por el suelo (el pilón se mueve hacia adelante) en una dirección opuesta a la de vuelo.

Después de que se ha mostrado a una altitud mayor, se reduce la potencia, y se inicia un descenso a la velocidad de crucero con un alabeo medio continuo alrededor del pilón. El aparente movimiento hacia atrás

VELOCIDAD		ALTITUD PIVOTAL APROXIMADA
NUDOS	MPH	
87	100	670
91	105	735
96	110	810
100	115	885
104	120	960
109	125	1050
113	130	1130

Figura 6-12. Velocidad vs altitud pivotal.

de la línea de referencia proyectada con respecto al pilón se hará más lento a medida que se pierde altitud, deteniéndose por un instante, y luego empieza a invertirse, y moverse hacia adelante si se le permite continuar el descenso por debajo de la altitud pivotal.

La altitud a la cual la línea de visión al parecer dejó de moverse a través del suelo era la altitud pivotal. Si el

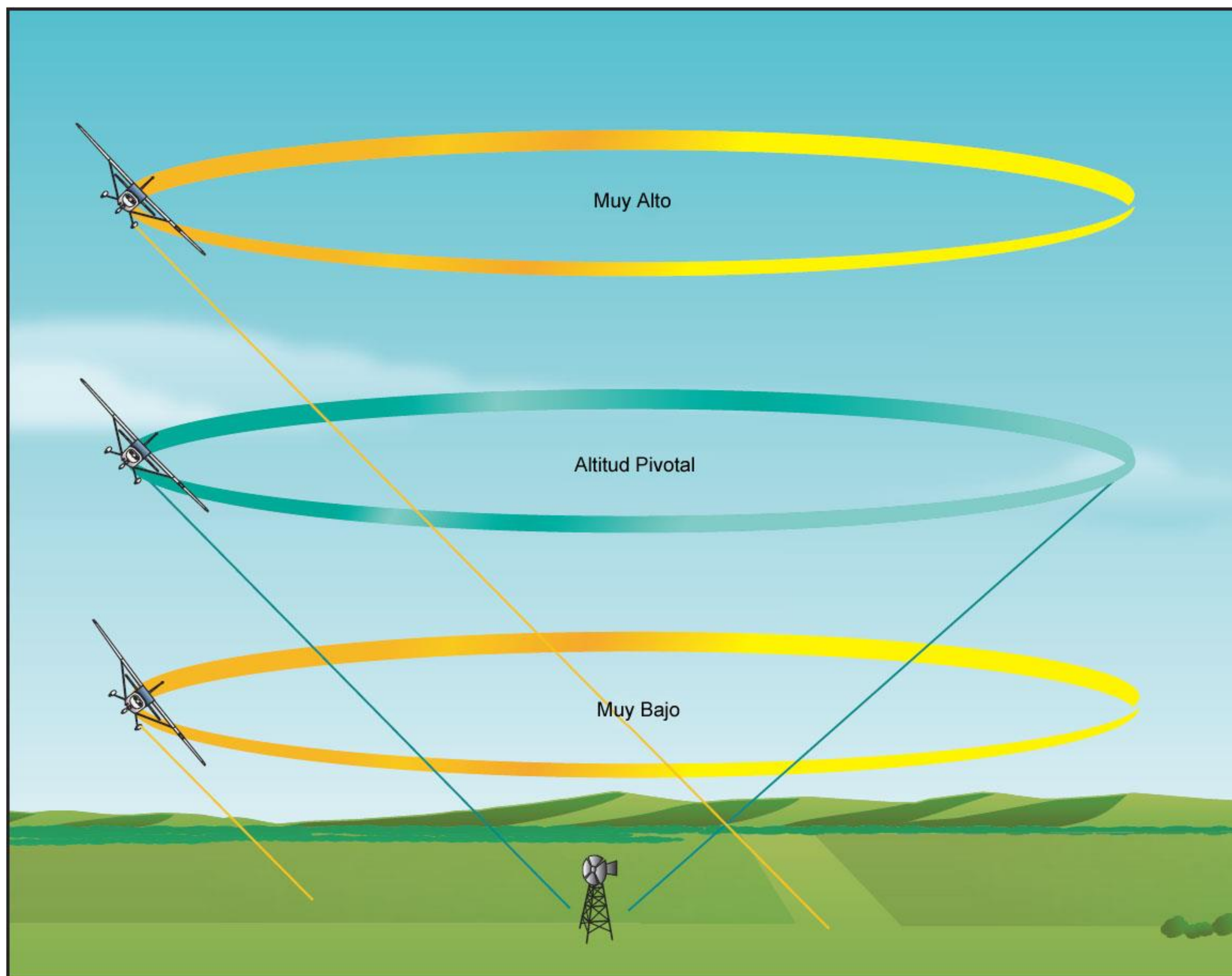


Figura 6-13. Efecto de diferentes altitudes en la altitud pivotal.

avión desciende por debajo de la altitud pivotal, se debe aumentar la potencia para mantener la velocidad mientras se gana altitud hasta el punto en que la línea de referencia proyectada no se mueve ni hacia atrás ni hacia adelante, sino que en realidad gira sobre el pilón. De esta manera el piloto puede determinar la altitud pivotal del avión.

La altitud pivotal es crítica y va a cambiar con las variaciones de la velocidad sobre tierra. Ya que los rumbos varían continuamente de una dirección a favor del viento a una directamente contra el viento, la velocidad sobre tierra cambiará constantemente. Esto dará lugar a que la altitud pivotal apropiada varíe ligeramente a lo largo del ocho. Por lo tanto, para esto se realiza un ajuste ascendiendo o descendiendo, según sea necesario, para mantener la línea de referencia o punto sobre los pilones. Este cambio en la altitud va a depender de lo mucho que el viento afecte la velocidad sobre tierra.

El instructor debe enfatizar que el elevador es el control principal mantener los pilones. Incluso una ligera variación en la altitud efectúa una doble corrección, ya que al perder altitud, se gana velocidad, e incluso un ligero ascenso reduce la velocidad. Esta variación en altitud, aunque importante para mantener el pilón, en la mayoría de los casos va a ser tan pequeña que apenas será perceptible en un altímetro.

Antes de iniciar la maniobra, el piloto debe seleccionar dos puntos sobre tierra a lo largo de una línea que se encuentre a 90° de la dirección del viento. El área en la que se realizará la maniobra debe ser comprobada por obstrucciones y cualquier otro tránsito aéreo, y debe estar ubicada donde no resultará una molestia para grupos de personas, ganado o comunidades.

La selección de pilones adecuados es importante para realizar buenos ochos sobre pilones. Deben ser lo suficientemente prominentes para ser vistos fácilmente por el piloto al completar el giro alrededor de un pilón

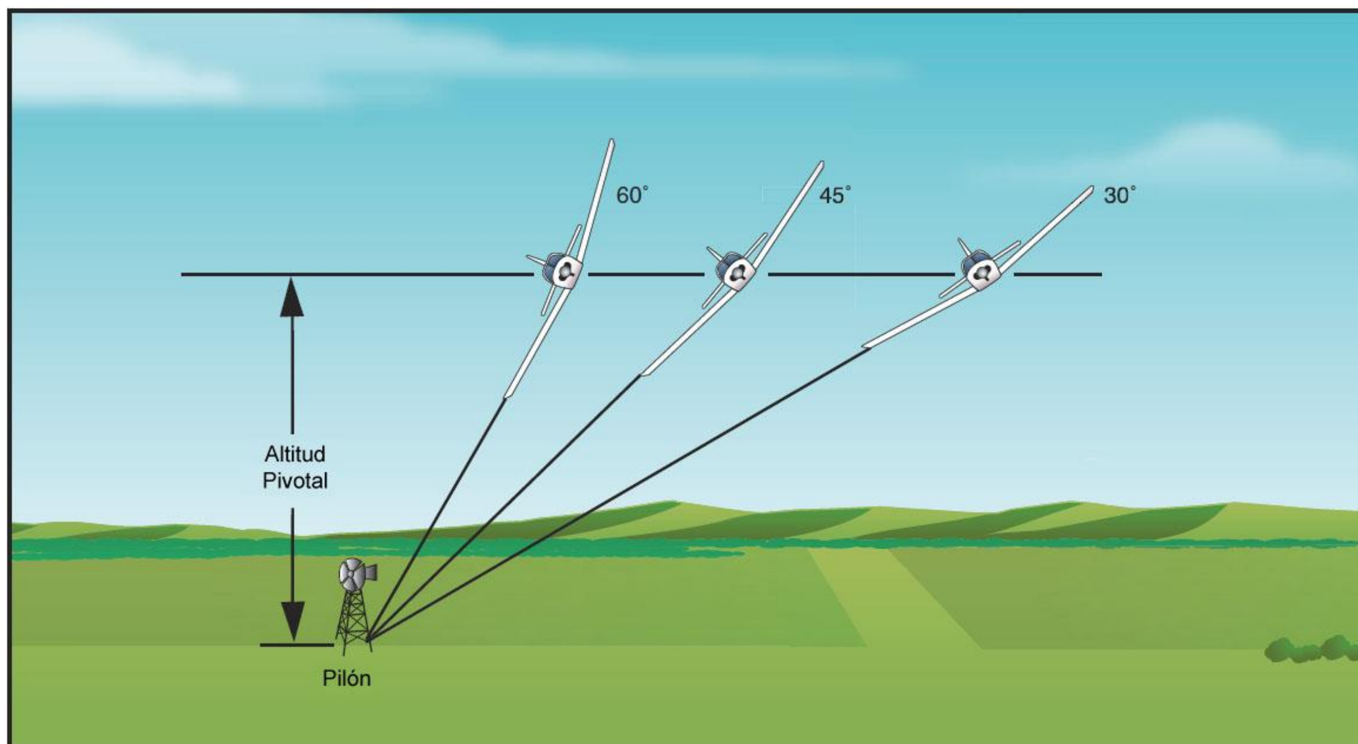


Figura 6-14. Angulo de alabeo vs altitud pivotal.

y dirigirse al siguiente, y deben estar separados adecuadamente para dar tiempo a planificar los virajes y aún así no causar un innecesario vuelo recto y nivelado entre los pilones. Los pilones seleccionados también deben estar a la misma elevación, ya que una diferencia de unos pocos pies requerirán ascender o descender entre cada viraje.

Para uniformidad, el ocho se suele iniciar volando en diagonal al viento entre los pilones hasta un punto a sotavento del primer pilón de modo que el primer viraje sea hacia el viento. Cuando el avión se aproxima a una posición donde el pilón parece estar justo por delante de la punta del ala, se debe comenzar el viraje bajando el ala contra el viento para colocar la línea de visión en el pilón. A medida que continúa el viraje, la línea de referencia se puede mantener sobre el pilón, aumentando gradualmente el alabeo. La línea de referencia debe parecer que pivota sobre el pilón. A medida que el avión gira hacia el viento, la velocidad sobre tierra disminuye y, en consecuencia, la altitud pivotal es menor y el avión debe descender para mantener la línea de referencia sobre el pilón. Al progresar el viraje hacia barlovento del pilón, el viento se hace más cruzado. Ya que no es necesaria una distancia constante al pilón en esta maniobra, no se debe aplicar ninguna corrección para contrarrestar la deriva durante los virajes.

Si la línea de referencia parece moverse por delante del pilón, el piloto debe aumentar la altitud. Si la línea de referencia parece moverse por detrás del pilón, el piloto debe disminuir la altitud. Variar la presión del timón para guiñar el avión y forzar la línea de referencia hacia adelante o hacia atrás del pilón es una técnica peligrosa y no se debe intentar.

A virar el avión hacia un rumbo a favor del viento, la salida del viraje se debe iniciar para permitir que el avión proceda en diagonal hasta un punto a sotavento del segundo pilón. El nivelado debe ser completado con el ángulo de corrección de viento adecuado para corregir la deriva, para que el avión arribe a un punto a sotavento del segundo pilón a la misma distancia que existía al primer pilón en el inicio de la maniobra.

Al llegar a ese punto, se inicia un viraje en la dirección opuesta bajando el ala contra el viento para colocar otra vez la línea de referencia visual sobre el pilón. El viraje luego se continúa igual que en el viraje alrededor del primer pilón, pero en la dirección opuesta.

Con una corrección rápida, y un control muy fino, debería ser posible mantener la proyección de la línea de referencia directamente sobre el pilón, incluso con un viento fuerte. Las correcciones por variaciones temporales, como las causadas por ráfagas o falta de atención, se pueden hacer disminuyendo el alabeo para volar relativamente recto para adelantar un ala que se retrasa, o aumentar temporalmente el alabeo para atrasar un ala que se ha adelantado. Con la práctica, estas correcciones se harán tan leves como para ser apenas perceptibles. Estas variaciones son evidentes

por el movimiento de las puntas de las alas mucho antes de que sea discernible en el altímetro.

Los ochos sobre pilones se realizan en ángulos de alabeo que van de suaves a escarpados. [Figura 6-14] El alumno debe entender que el alabeo elegido no va a alterar la altitud pivotal. Al ganar eficacia, el instructor debe aumentar la complejidad de la maniobra indicando al alumno que entre a cierta distancia del pilón que resultará en un ángulo de alabeo específico en el punto más escarpado del viraje sobre el pilón.

El error más común al intentar mantener un pilón es la incorrecta utilización del timón. Cuando la proyección de la línea de referencia se mueve hacia adelante con respecto al pilón, muchos pilotos tienden a presionar el timón interior para guiñar el ala hacia atrás. Cuando la línea de referencia se mueve detrás del pilón, presionan el timón exterior para adelantar el ala. El timón debe ser utilizado sólo como un control de la coordinación.

Otros errores al realizar ochos sobre pilones son:

- Falla al observar adecuadamente el área.
- Derrapar o deslizar en los virajes (ya sea tratando de mantener la torre con el timón o no).
- Excesiva ganancia o pérdida de altitud.
- Sobre concentración en el pilón y falla al observar el tránsito.
- Mala selección de pilones.
- No entrar en los virajes de los pilones contra el viento.
- Falla al seguir un rumbo, al volar entre pilones, que compensará suficientemente la deriva.
- Falla al no alabear oportunamente para que la entrada al viraje se complete con el pilón en posición.
- Uso abrupto del control.
- Incapacidad para seleccionar la altitud pivotal.

Capítulo 7

Circuitos de Tránsito de Aeródromos



CIRCUITOS DE TRÁNSITO Y OPERACIONES DE AERÓDROMOS

Así como se necesitan rutas y calles para utilizar los automóviles, se necesitan aeropuertos o pistas de aterrizaje para utilizar los aviones. Cada vuelo comienza y termina en un aeródromo u otro campo de aterrizaje adecuado. Por esa razón, es esencial que el piloto aprenda las reglas de tránsito, procedimientos de tránsito, y los circuitos de tránsito que pueden estar en uso en los aeropuertos.

Cuando conduce un automóvil por las congestionadas calles de la ciudad, puede ser detenido para dar paso al tránsito en conflicto; sin embargo, un avión sólo puede ser desacelerado. En consecuencia, en los aeropuertos se han establecido circuitos de tránsito y procedimientos de control de tránsito específicos. Los circuitos de tránsito proporcionan rutas específicas para despegues, salidas, arribos y aterrizajes. La naturaleza exacta de cada circuito de tránsito de aeropuerto depende de la pista en uso, condiciones del viento, obstrucciones y otros factores.

Las torres de control e instalaciones de radar proporcionan un medio para ajustar el flujo de llegada y salida de aviones, y prestar auxilio a los pilotos en las áreas terminales muy ocupadas. La iluminación de aeropuertos y sistemas de señalización de pista se usan con frecuencia para alertar a los pilotos de condiciones anormales y peligros, para que las llegadas y salidas se puedan hacer de manera segura.

Los aeródromos varían en complejidad desde pequeñas franjas de césped a grandes terminales con muchas pistas y calles de rodaje pavimentadas. Independientemente del tipo de aeropuerto, el piloto debe conocer y cumplir las normas y procedimientos operativos generales aplicables al aeropuerto que está utilizando. Estas normas y procedimientos se basan no sólo en la lógica o el sentido común, sino también en cortesía, y su objetivo es mantener el tránsito aéreo en movimiento con la máxima seguridad y eficiencia. El uso de cualquier circuito de tránsito, servicio o procedimiento no altera la responsabilidad de los pilotos para ver y evitar otras aeronaves.

CIRCUITOS DE TRÁNSITO DE AERÓDROMO ESTÁNDAR

Para asegurar el flujo de tránsito aéreo hacia y desde un aeropuerto de una manera ordenada, se establece un circuito de tránsito de aeródromo adecuado a las condiciones locales, incluyendo la ubicación y dirección del circuito, la altitud a volar, y los procedimientos para ingresar y salir del circuito. A menos que el aeropuerto muestre señales visuales aprobadas que indiquen que se deben hacer virajes a derecha, el piloto debe hacer todos los virajes del circuito a izquierda.

Al operar en un aeropuerto con una torre de control operativa, el piloto recibe, por radio, una autorización para arribar o salir, así como información pertinente sobre el circuito de tránsito. Si no hay una torre de control, es responsabilidad del piloto determinar la dirección del circuito de tránsito, para cumplir con las normas de tránsito adecuadas, y para mostrar cortesía hacia otros pilotos que operan en el área.

No se espera que el piloto tenga amplio conocimiento de los circuitos de tránsito de todos los aeropuertos, pero si el piloto está familiarizado con el circuito básico rectangular, será fácil hacer las aproximaciones y salidas adecuadas de la mayoría de los aeropuertos, independientemente de si tienen torres de control. En los aeródromos con torres de control en funcionamiento, el operador de la torre podrá dar instrucciones a los pilotos para entrar en cualquier punto del circuito de tránsito o para hacer una aproximación directa sin volar el circuito rectangular habitual. Muchas otras desviaciones son posibles si el operador de la torre y el piloto trabajan juntos en un esfuerzo para mantener el tránsito en movimiento fluido. Los jets o aviones pesados frecuentemente volarán circuitos más amplios y/o más altos que los aviones ligeros, y en muchos casos harán una aproximación directa al aterrizaje.

El cumplimiento con el circuito de tránsito rectangular básico reduce la posibilidad de conflictos en los aeropuertos sin torre de control operativa. Es imperativo que el piloto forme el hábito de ejercer una vigilancia constante en las proximidades de los aeropuertos aunque el tránsito aéreo parezca leve.

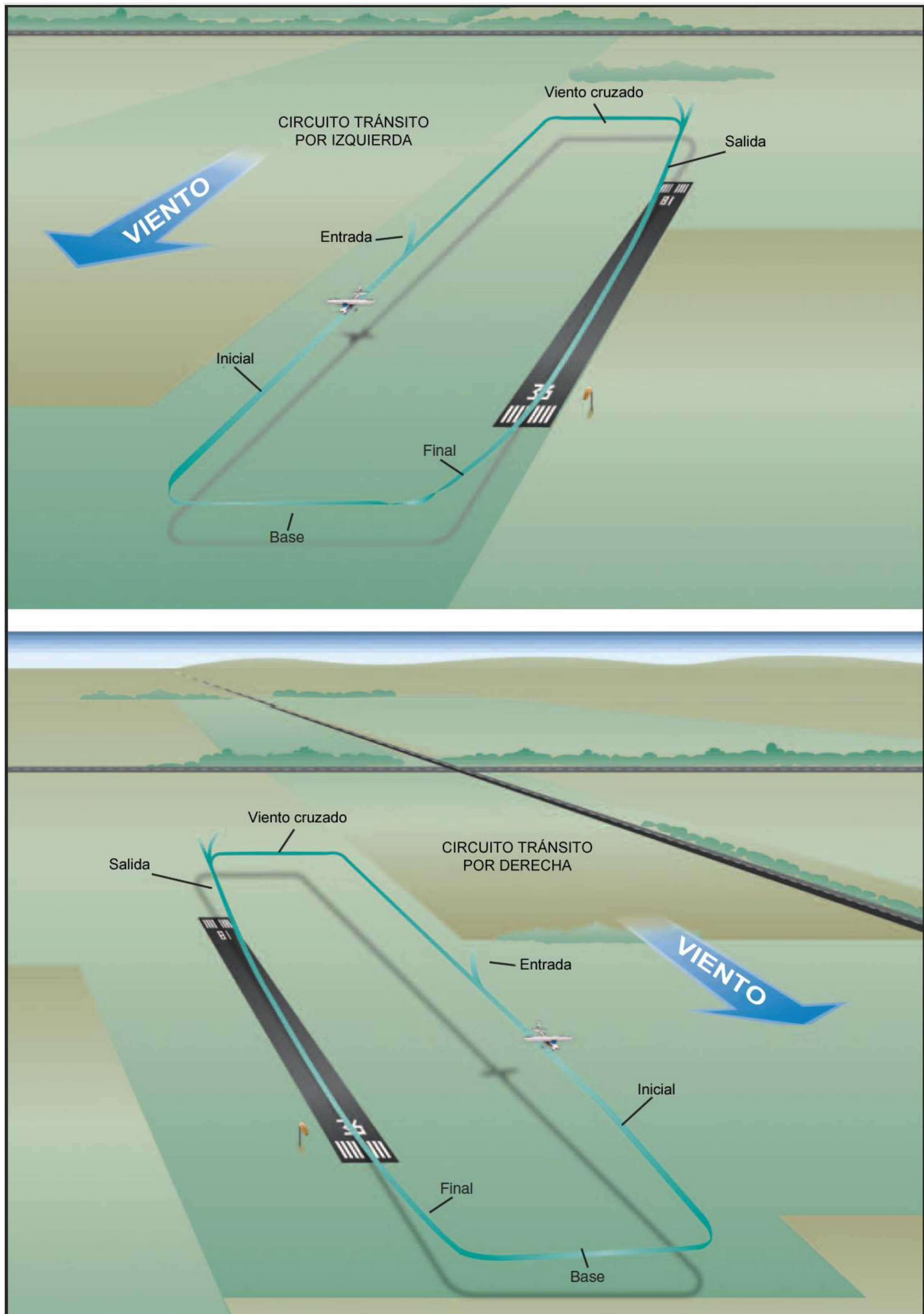


Figura 7-1. Circuitos de tránsito.

El circuito de tránsito rectangular estándar se ilustra en la figura 7-1 (en la página anterior). La altitud del circuito de tránsito es generalmente 1.000 pies por encima de la elevación de la superficie del aeropuerto. El uso de una altitud común en un aeropuerto determinado es el factor clave para minimizar el riesgo de colisiones en los aeropuertos sin torres de control operativas.

Se recomienda que mientras opera en el circuito de tránsito de un aeropuerto sin torre de control operativa el piloto mantenga una velocidad que se ajuste a los límites establecidos por las Regulaciones para un aeropuerto de este tipo: no más de 200 nudos (230 mph). En cualquier caso, la velocidad se debe ajustar, cuando sea posible, para que sea compatible con la velocidad de otros aviones en el circuito.

Al entrar en el circuito de tránsito en un aeropuerto sin torre de control operativa, se espera que los pilotos que arriban observen otras aeronaves que ya están en el circuito y que se ajusten al circuito de tránsito en uso. Si no hay otras aeronaves en el circuito, entonces deben ser observados los indicadores de tránsito en tierra y los indicadores de viento para determinar qué pista y dirección del circuito de tránsito se debe utilizar. [Figura 7-2] Muchos aeropuertos tienen indicadores en circuito de tránsito en forma de L que se muestran con un círculo segmentado adyacente a la pista de aterrizaje. El segmento corto de la L muestra la dirección en que se deben realizar los virajes en el circuito de tránsito cuando utiliza la pista paralela al segmento largo. Estos indicadores deben ser observados, mientras está a una distancia lejos de cualquier circuito que podría estar en uso, o mientras está a una altura segura por encima de las altitudes de circuito de uso general. Cuando se ha determinado la dirección correcta para el circuito de tránsito, el piloto debe entonces proceder a un punto alejado del circuito antes de descender a la altitud del mismo.

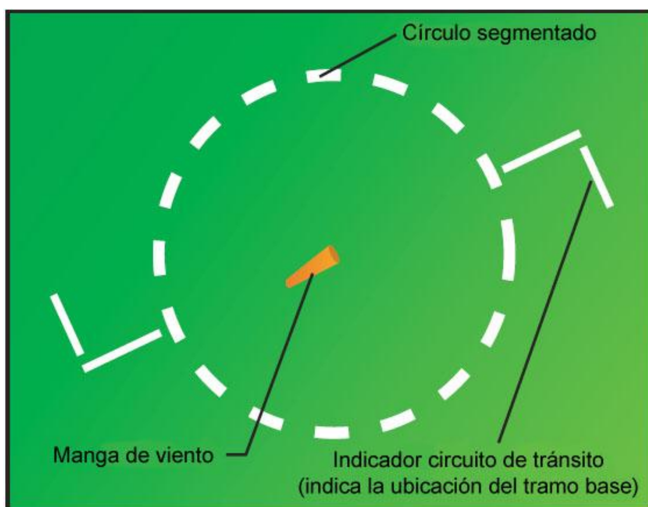


Figura 7-2. Indicadores de circuito de tránsito.

Al aproximar a un aeródromo para el aterrizaje, se debe ingresar al circuito de tránsito en un ángulo de 45º con respecto al tramo inicial, con rumbo a un punto medio de la pista que se utilizará para aterrizar. Los aviones que arriban deben estar a la altitud correcta del circuito de tránsito antes de entrar en él, y deben mantenerse alejados del flujo de tránsito hasta que se establezca en el tramo de entrada. Ingresar en los circuitos de tránsito mientras desciende crea peligros de colisión y se debe evitar siempre.

El tramo de entrada debe ser de longitud suficiente para proporcionar una visión clara de todo el circuito de tránsito, y para permitir al piloto tiempo adecuado para planificar la trayectoria prevista en el circuito y la aproximación para el aterrizaje.

El tramo inicial es un tramo volado paralelo a la pista de aterrizaje, pero en dirección opuesta a la dirección de aterrizaje prevista. Este tramo debe ser de aproximadamente 1/2 a 1 milla desde la pista de aterrizaje, y a la altitud especifica del circuito de tránsito. Durante este tramo, se debe completar la lista de control previa al aterrizaje y extender el tren de aterrizaje si es retráctil. Debe mantenerse la altitud del circuito hasta el umbral de la pista de aterrizaje. En este punto, se debe reducir la potencia y comenzar el descenso. El tramo inicial continúa pasando el umbral de la pista hasta un punto aproximadamente a 45° del extremo de aproximación de la pista, y se realiza un viraje medio hacia el tramo base.

El tramo base es la parte de transición del circuito de tránsito entre el tramo inicial y el tramo final. Dependiendo de las condiciones del viento, se establece a una distancia suficiente del umbral de la pista de aterrizaje para permitir un descenso gradual hasta el punto de toma de contacto previsto. La derrota del avión, mientras está en el tramo base debe ser perpendicular al eje central extendido de la pista de aterrizaje, aunque el eje longitudinal del avión puede no estar alineado con la derrota cuando es necesario girar hacia el viento para contrarrestar la deriva. Mientras está en el tramo básico, el piloto debe asegurarse, antes de virar a la aproximación final, que no hay peligro de colisión con otra aeronave que pueda estar ya en la aproximación final.

El tramo final es una trayectoria de vuelo descendente a partir de la finalización del viraje de base a final y se extiende hasta el punto de aterrizaje. Este es probablemente el tramo más importante de todo el circuito, porque aquí el juicio del piloto y los procedimientos debe ser más precisos para controlar el ángulo de descenso y la velocidad al acercarse al punto de toma previsto.

Como se estipula en las Regulaciones, los aviones, mientras están en la aproximación final o aterrizando, tienen derecho de paso sobre otras aeronaves en vuelo u operando en superficie. Cuando dos o más aeronaves se aproximen a un aeropuerto con intención de aterrizar, la aeronave a menor altitud tiene el derecho de paso. Los pilotos no deben aprovecharse de esta regla para cortar frente a otro avión que está en aproximación final para aterrizar, o para sobrepasar dicha aeronave.

El tramo de salida es un tramo volado paralelo a la pista de aterrizaje, pero en la misma dirección a la dirección de aterrizaje prevista. El tramo de salida continúa más allá del final de la pista donde se hace un viraje medio de 90° sobre el tramo con viento cruzado.

El tramo de salida es también la parte de transición del circuito de tránsito, cuando está en final y se inicia una aproximación frustrada y se establece una actitud de ascenso. Cuando se alcanza una altitud de seguridad, el piloto debería iniciar un viraje suave hacia barlovento del aeropuerto. Esto permitirá una mejor visibilidad de la pista por las aeronaves que salen.

El tramo de salida del circuito rectangular es un tramo recto alineado con, y que empieza en la pista de despegue. Este tramo comienza en el punto en que el avión deja la tierra y continúa hasta iniciar el viraje de 90° grados hacia el tramo de viento cruzado.

En el tramo de salida después del despegue, el piloto debería seguir ascendiendo recto, y, si se mantiene en el circuito de tránsito, inicie un viraje al tramo con viento cruzado más allá del final de la pista de aterrizaje a 300 pies de altitud del circuito. Si sale del circuito de tránsito, continúe recto o salga con un viraje de 45° (hacia la izquierda cuando está en un circuito de tránsito a la izquierda; a la derecha cuando está en un circuito de tránsito a la derecha) más allá del final de la pista después de alcanzar la altitud de circuito.

El tramo de viento cruzado es la parte del circuito rectangular que es horizontalmente perpendicular al la extensión del eje de pista y se ingresa haciendo un viraje de 90° desde el tramo de salida. En el tramo de viento cruzado, el avión pasa a la posición del tramo inicial.

Dado que en la mayoría de los casos el despegue se hace hacia el viento, el viento estará ahora aproximadamente perpendicular a la trayectoria de vuelo del avión. Como resultado, el avión tendrá que ser girado o dirigido ligeramente hacia el viento, en el tramo de viento cruzado para mantener una derrota perpendicular a la extensión del eje de pista.

Información adicional sobre las operaciones en aeródromos se puede encontrar en el *Manual de Información Aeronáutica* (AIM).

Capítulo 8
Aproximaciones y Aterrizajes

APROXIMACIÓN NORMAL Y ATERRIZAJE

Una aproximación normal y aterrizaje implica el uso de procedimientos para lo que se considera una situación normal; es decir, cuando se dispone de potencia del motor, el viento es suave o la aproximación final se hace directamente contra el viento, la trayectoria de aproximación final no tiene obstáculos, y la superficie de aterrizaje es firme y de longitud suficiente para detener el avión poco a poco. El punto de aterrizaje elegido debe estar más allá del umbral de aproximación de la pista, pero dentro del primer tercio de la pista de aterrizaje.

Los factores involucrados y los procedimientos descriptos para una aproximación normal y aterrizaje también se aplican en otras aproximaciones y aterrizajes no normales que se discuten más adelante en este capítulo. Siendo así, primero se explican los principios de las operaciones normales y deben ser entendidos antes de proceder a las operaciones más complejas. Para que el piloto pueda entender mejor los factores que influyen en el criterio y los procedimientos, la última parte del circuito de aproximación y aterrizaje real se divide en cinco fases: **el tramo base, la aproximación final, la recogida o flare, la toma de contacto,** y **la carrera después del aterrizaje**.

Hay que recordar que los procedimientos recomendados por el fabricante, incluyendo la configuración y velocidades del avión, y otra información relevante a las aproximaciones y aterrizajes para un avión de marca y modelo específico están contenidos en el Manual de vuelo del avión y/o el Manual de Operación del Piloto (AFM/POH) aprobado para ese avión. Si alguna información en este capítulo difiere de las recomendaciones del fabricante del avión, que figura en el AFM/POH, tienen prioridad las recomendaciones del fabricante del avión.

Tramo base

La ubicación del tramo base es una de las apreciaciones más importantes realizadas por el piloto en cualquier aproximación al aterrizaje. [Figura 8-1] El piloto debe juzgar con precisión la altitud y la distancia desde la cual un descenso gradual resultará en el aterrizaje en el punto deseado. La distancia dependerá de la altitud del tramo base, el efecto del viento, y la cantidad de flaps utilizados. Cuando hay un fuerte viento en la aproximación final o se utilizan flaps para producir un ángulo de descenso pronunciado, el tramo básico debe colocarse más cerca del umbral de aproximación a la pista de lo que se requiere con viento suave o sin flaps. Normalmente, se debe extender el tren de aterrizaje y completar la lista de comprobación previa al aterrizaje al llegar al tramo base.

Después de virar hacia el tramo base, el piloto debería iniciar el descenso con potencia reducida y una velocidad de aproximadamente 1,4 V_{SO}. ($V_{SO:}$ velocidad de pérdida sin potencia, tren de aterrizaje y flaps abajo.) Por ejemplo, si la V_{SO} es de 60 nudos, la velocidad debe ser 1,4 veces 60 o 84 nudos. Los flaps de aterrizaje pueden ser parcialmente bajados en este momento, si se desea. No se recomienda full flaps hasta que se establezca en final. Se debe aplicar y mantener corrección de deriva para seguir una derrota perpendicular a la prolongación del eje de pista en que se aterrizará. Ya que la aproximación final y aterrizaje se efectuará normalmente contra el viento, habrá algo de un viento cruzado durante el tramo básico. Esto requiere que el avión se dirija lo suficiente hacia el viento para evitar derivar más lejos del punto de aterrizaje previsto.

El tramo base debe continuar hasta el punto en que un viraje suave a medio alineará la trayectoria del avión directamente con la línea central de la pista de aterrizaje. Este viraje descendente debe ser completado a altitud de seguridad que dependerá de la altura del terreno y cualquier obstrucción a lo largo de la derrota. El viraje a final también debe ser lo suficientemente por encima de la elevación del aeropuerto para permitir una aproximación final con el tiempo suficiente para que el piloto estime con precisión el punto de aterrizaje resultante, mientras mantiene la velocidad de aproximación adecuada. Esto requerirá una cuidadosa planificación del punto de inicio y radio del viraje. Normal-

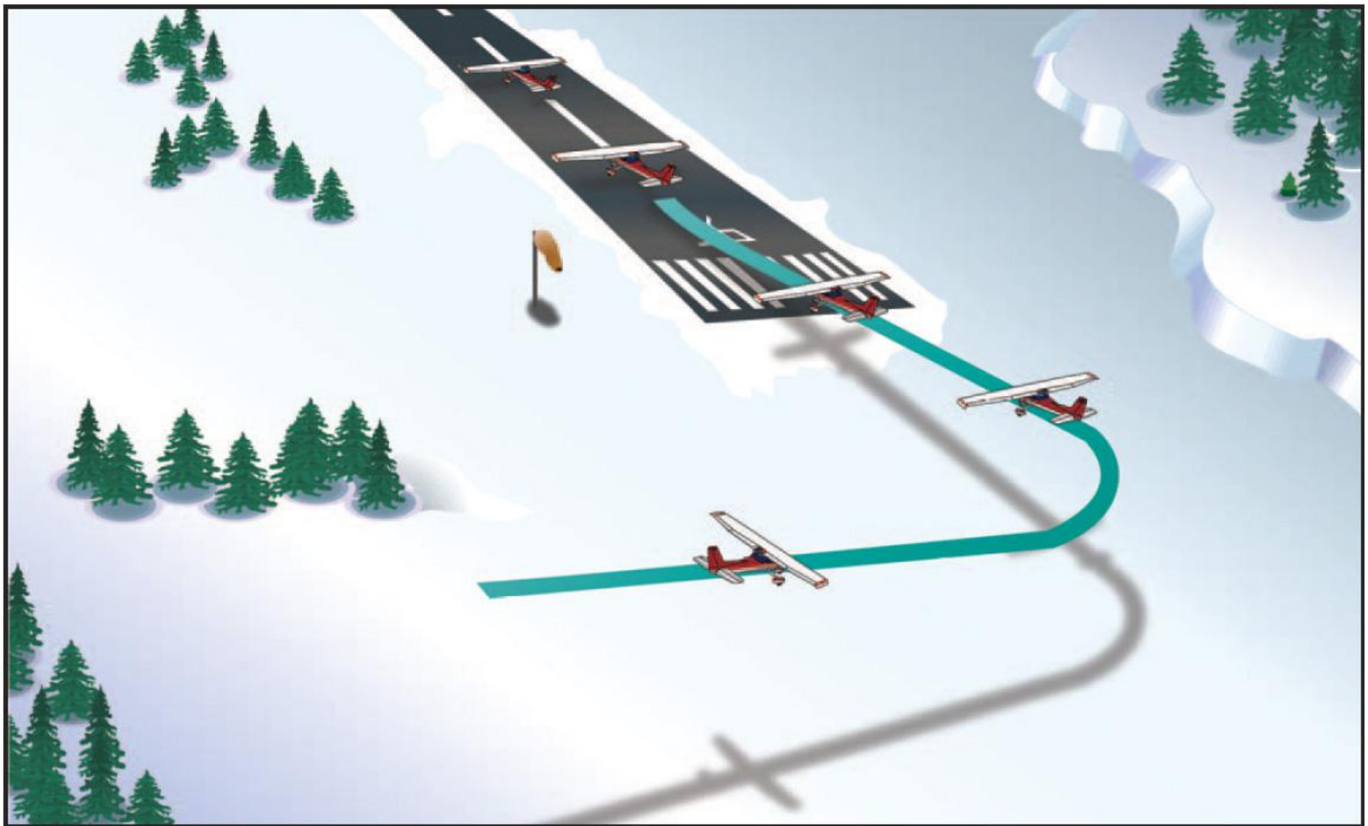


Figura 8-1. Tramo base y aproximación final.

mente, se recomienda que el ángulo de alabeo no exceda un viraje medio, porque cuanto más pronunciado es el ángulo de alabeo, mayor es la velocidad de pérdida de avión. Ya que el viraje de base a final se realiza a una altura relativamente baja, es importante que no se produzca una pérdida en este punto. Si es necesario un alabeo escarpado para evitar sobrepasar la trayectoria de aproximación final adecuada, es aconsejable abortar la aproximación, dar motor, y planificar iniciar antes el viraje en la siguiente aproximación en lugar de arriesgarse a una situación peligrosa.

Aproximación final

Después de completar el viraje de base a final, el eje longitudinal del avión debe estar alineado con el eje de la pista o superficie de aterrizaje, por lo que se reconocerá inmediatamente la deriva (si la hay). En una aproximación normal, sin deriva del viento, el eje longitudinal debe mantenerse alineado con el eje de la pista durante la aproximación y el aterrizaje. (La forma apropiada de corregir durante un viento cruzado se explicará en la sección, Aproximación y Aterrizaje con viento cruzado. Por ahora, sólo se discutirá una aproximación y aterrizaje, donde el viento es recto por la pista.)

Después de alinear el avión con el eje de la pista, se debe completar el ajuste final del flap y ajustar la actitud de cabeceo según sea necesario para la velocidad de descenso deseada. Pueden ser necesarios leves ajustes en cabeceo y potencia para mantener la actitud de descenso y la velocidad de aproximación deseada. En ausencia de una velocidad recomendada por el fabricante, se debe utilizar una velocidad igual a 1,3 V_{SO}. Si la V_{SO} es de 60 nudos, la velocidad debe ser de 78 nudos. Cuando se han estabilizado la actitud de cabeceo y velocidad, el avión debe compensarse para aliviar las presiones ejercidas sobre los controles.

El ángulo de descenso debe ser controlado durante toda la aproximación de modo que el avión aterrizará en el centro del primer tercio de la pista de aterrizaje. El ángulo de descenso es afectado por las cuatro fuerzas fundamentales que actúan sobre un avión (sustentación, resistencia, empuje, y peso). Si todas las fuerzas son constantes, el ángulo de descenso será constante en una condición sin viento. El piloto puede controlar estas fuerzas mediante el ajuste de la velocidad, actitud, potencia y resistencia (flaps o deslizamiento en avance). El viento también juega un papel importante en la distancia de planeo sobre el suelo [Figura 8-2]; naturalmente, el piloto no tiene control sobre el viento, pero puede corregir su efecto sobre el descenso del avión mediante el ajuste apropiado de cabeceo y potencia.

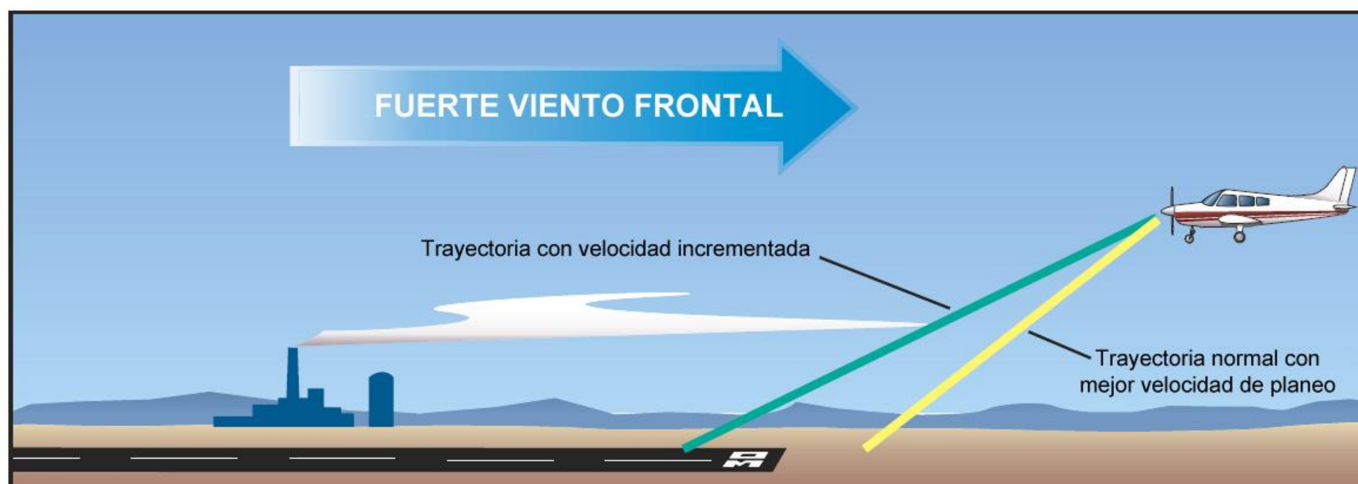


Figura 8-2. Efecto del viento frontal sobre la aproximación final.

Cosiderando los factores que afectan el ángulo de descenso en la aproximación final, a efectos prácticos para una actitud de cabeceo dada sólo hay un ajuste de potencia para una velocidad, ajuste de flaps, y condición de viento. Un cambio en cualquiera de estas variables requerirá un cambio coordinado apropiado en las otras variables controlables. Por ejemplo, si la actitud de cabeceo se eleva demasiado sin un aumento de la potencia, el avión descenderá muy rápidamente y tomará contacto antes del punto deseado. Por esta razón, el piloto nunca debe intentar estirar un planeo aplicando solamente presión atrás del elevador para llegar al punto de aterrizaje deseado. Esto acortará la distancia de planeo si no se añade potencia simultáneamente. El ángulo de descenso y velocidad apropiada debe mantenerse coordinando los cambios de actitud de cabeceo y los cambios de potencia.

El objetivo de una buena aproximación final es descender en un ángulo y velocidad que permita al avión alcanzar el punto de aterrizaje deseado a una velocidad que resultará en menor flotación justo antes del aterrizaje; en esencia, una condición de semi-pérdida. Para lograr esto, es esencial que tanto el ángulo de descenso como la velocidad se puedan controlar con precisión. Dado que en una aproximación normal el ajuste de potencia no es fijo como en una aproximación sin potencia, la potencia y cabeceo se deben ajustar al mismo tiempo como sea necesario, para controlar la velocidad y el ángulo de descenso, o para alcanzar las alturas deseadas a lo largo de la trayectoria de aproximación. Bajando la nariz y reduciendo la potencia para mantener constante la velocidad de aproximación, se puede realizar un descenso a un mayor régimen para corregir si está demasiado alto en la aproximación. Esta es una razón para realizar aproximaciones con potencia parcial; si la aproximación es demasiado alta, simplemente baje la nariz y reduzca la potencia. Cuando la aproximación es demasiado baja, añada potencia y eleve la nariz.

Uso de flaps

Los factores sustentación/resistencia también pueden ser variados por el piloto para ajustar el descenso mediante el uso de flaps. [Figuras 8-3 y 8-4] La extensión de flaps durante los aterrizajes, ofrece varias ventajas a través de:

- Producción de mayor sustentación y permitiendo menor velocidad de aterrizaje.

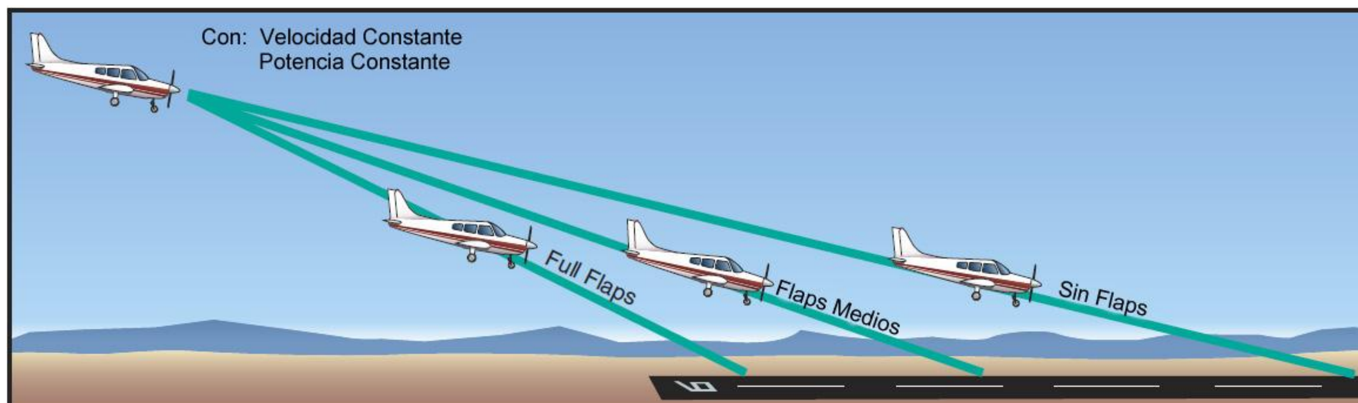


Figura 8-3. Efecto de los flaps en el punto de aterrizaje.

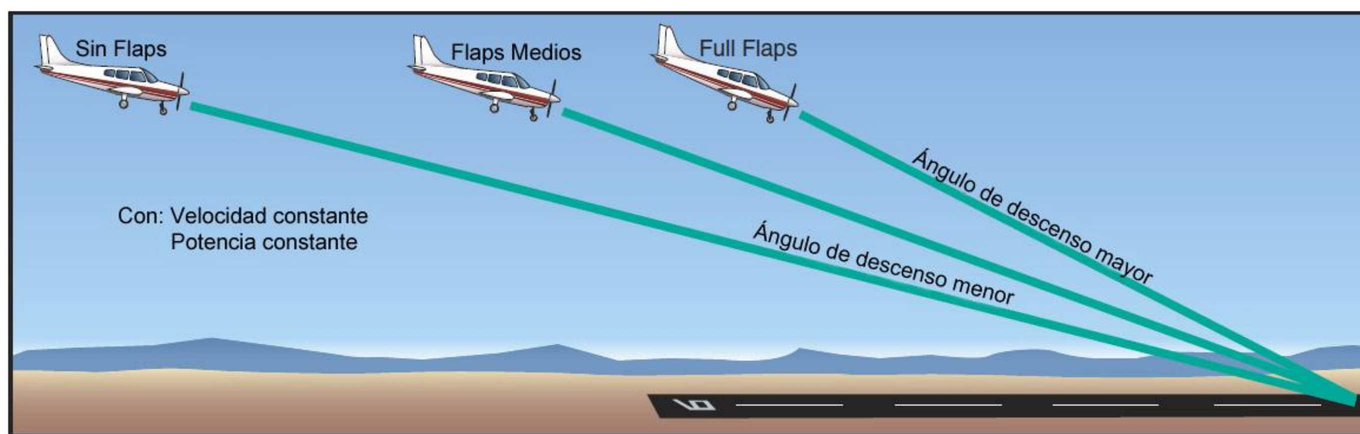


Figura 8-4. Efecto de los flaps sobre el ángulo de aproximación.

- Producción de mayor resistencia, permitiendo un ángulo empinado de descenso sin incrementar la velocidad.
- Reducción de la longitud de la carrera de aterrizaje.

La extensión de flaps tiene un efecto definido sobre el comportamiento en cabeceo del avión. El aumento de la curvatura por la deflexión del flap produce sustentación principalmente en la parte trasera del ala. Esto produce un momento de cabeceo nariz abajo; sin embargo, el cambio en las cargas de la cola por el **flujo descendente** desviado por los flaps sobre la cola horizontal tiene una influencia significativa en el momento de cabeceo. En consecuencia, el comportamiento en cabeceo depende de las características de diseño del avión en particular.

La deflexión de los flaps hasta 15° produce principalmente sustentación con mínima resistencia. El avión tiene una tendencia a subir con la deflexión inicial del flap debido al aumento de sustentación. El momento de cabeceo abajo, sin embargo, tiende a compensar el ascenso. La deflexión de flaps más allá de 15° produce un gran aumento en la resistencia. Además, la deflexión más allá de 15° produce un significativo momento de cabeceo arriba en aviones de ala alta ya que el flujo descendente resultante aumenta el flujo de aire sobre la cola horizontal.

El tiempo de extensión de los flaps y el grado de deflexión están relacionados. Grandes deflexiones de flaps en un punto en el circuito de tránsito producen grandes cambios de sustentación que requieren cambios significativos de potencia y cabeceo con el fin de mantener la velocidad y el ángulo de descenso. En consecuencia, la deflexión de flaps en ciertas posiciones en el circuito de aterrizaje tiene ventajas definidas. La deflexión incremental de flaps en inicial, tramo base, y final permite menor ajuste de cabeceo y potencia en comparación con la extensión completa de los flaps de una sola vez.

Cuando los flaps se bajan, la velocidad disminuirá a menos que se aumente la potencia o se baje la actitud de cabeceo. En la aproximación final, por lo tanto, el piloto debe estimar dónde aterrizará el avión a través del discernimiento del ángulo de descenso. Si parece que el avión va a sobrepasar el punto de aterrizaje deseado, se pueden utilizar más flaps si no están completamente extendidos o reducirse aún más la potencia, y bajar la actitud de cabeceo. Esto dará lugar a una aproximación más pronunciada. Si el punto de aterrizaje deseado no se va a alcanzar y se necesita una aproximación más suave, se debe aumentar tanto la actitud de cabeceo como la potencia para reajustar el ángulo de descenso. Nunca retraiga los flaps para corregir al quedarse corto ya que descenderá súbitamente la sustentación y el avión descenderá aún más rápido.

El avión deberá ser compensado en final para balancear el cambio en las fuerzas aerodinámicas. Con la potencia reducida y con una menor velocidad, el flujo de aire produce menos sustentación en las alas y menos fuerza hacia abajo sobre el estabilizador horizontal, resultando en una tendencia significativa de nariz abajo. El elevador debe entonces ser compensado nariz arriba.

Se encontrará que el flare, aterrizaje, y carrera de aterrizaje son mucho más fáciles de lograr cuando van precedidos por una aproximación final apropiada con un control preciso de la velocidad, actitud, potencia y resistencia resultando en un ángulo de descenso estabilizado.

Estimando altura y movimiento

Durante la aproximación, recogida y de toma de contacto, la visión es de primordial importancia. Para proporcionar un amplio rango de visión y fomentar un buen juicio de la altura y el movimiento, la cabeza del

piloto debe asumir una posición natural y recta. Foco visual del piloto no debe fijarse a cualquiera de los lados ni ningún punto por delante del avión, sino que debe cambiar lentamente desde un punto sobre la nariz del avión a la zona de toma de contacto deseado y viceversa, mientras está consciente de la distancia a los lados de la pista dentro del campo de visión periférica del piloto.

La estima precisa de la distancia, además de ser una cuestión de práctica, depende de con cuanta claridad se ven los objetos; requiere que la visión se enfoque correctamente con el fin de que los objetos importantes se destaquen con la mayor claridad posible.

La velocidad difumina los objetos a corta distancia. Por ejemplo, casi todos han notado esto en un auto moviéndose a alta velocidad. Los objetos cercanos parecen fusionarse borroneados, mientras que los objetos más alejados se destacan claramente. El conductor inconscientemente enfoca los ojos lo suficientemente lejos por delante del automóvil para ver los objetos claramente.

La distancia a la que se enfoca la vista del piloto debe ser proporcional a la velocidad a la que se desplaza el avión sobre el suelo. Por lo tanto, al reducir la velocidad durante el flare, la distancia a la cual es posible enfocar por delante del avión debe acercarse en consecuencia.

Si el piloto intenta enfocarse en una referencia que está demasiado cerca o ve directamente hacia abajo, la referencia se volverá borrosa, [Figura 8-5] y la reacción será demasiado brusca o demasiado tarde. En este caso, la tendencia del piloto será a sobre controlar, recoger alto, y hacer aterrizajes cayendo en pérdida total. Cuando el piloto se enfoca demasiado lejos, se pierde la precisión para juzgar la proximidad de la tierra y la reacción consiguiente será demasiada lenta, ya que no aparentará que sea necesaria una acción. Esto da lugar a que el avión vuele hacia el suelo con la nariz. El cambio de enfoque visual desde larga distancia a corta distancia requiere un intervalo de tiempo definido y aunque el tiempo es breve, la velocidad del avión durante este intervalo es tal que el avión se desplaza una distancia apreciable, tanto hacia adelante como hacia abajo, hacia el suelo.



Figura 8-5. Enfocar la vista muy cerca hace borrosa la visión.

Si el foco se cambia gradualmente, trayéndolo progresivamente más cerca a medida que se reduce la velocidad, el intervalo de tiempo y la reacción del piloto se reducirán, y todo el proceso de aterrizaje es más suave.

Recogida (Flare)

La recogida o flare es una transición lenta y suave desde una actitud de aproximación normal a una actitud de aterrizaje, nivelando gradualmente la trayectoria de vuelo a una que es paralela, y a unos pocos centímetros por arriba, de la pista de aterrizaje. Cuando el avión, en un descenso normal, se aproxima a unos 3 a 6 metros sobre el suelo, se debe iniciar el flare, y una vez iniciado debe ser un proceso continuo hasta que el avión toca el suelo.

A medida que el avión alcanza una altura por encima del suelo donde se puede hacer un cambio oportuno a la actitud adecuada para el aterrizaje, se debe aplicar gradualmente presión atrás de elevador para aumentar lentamente la actitud de cabeceo y el ángulo de ataque. [Figura 8-6] Esto hará que la nariz del avión se eleve gradualmente hacia la actitud de aterrizaje deseada. El ángulo de ataque se debe aumentar a un ritmo que permita que el avión continúe asentándose lentamente a medida que disminuye la velocidad de avance.

Cuando se aumenta el ángulo de ataque, se incrementa momentáneamente la sustentación, lo que disminuye la velocidad de descenso. Ya que la potencia normalmente se reduce a ralentí durante el flare, la velocidad también disminuirá gradualmente. Esto hará que la sustentación disminuya de nuevo, y se debe controlar elevando la nariz y aumentando aún más el ángulo de ataque. Durante el flare, la velocidad se reduce a la velocidad de aterrizaje mientras se controla la sustentación para que el avión apoye suavemente sobre la superficie de aterrizaje. La recogida debe ser ejecutada a un ritmo para alcanzar simultáneamente la actitud para el aterrizaje y la velocidad de toma de contacto apropiadas justo cuando las ruedas entran en contacto con la superficie de aterrizaje.

El ritmo al que se ejecuta el flare depende de la altura del avión sobre el suelo, la velocidad de descenso, y la actitud de cabeceo. Un flare iniciado excesivamente

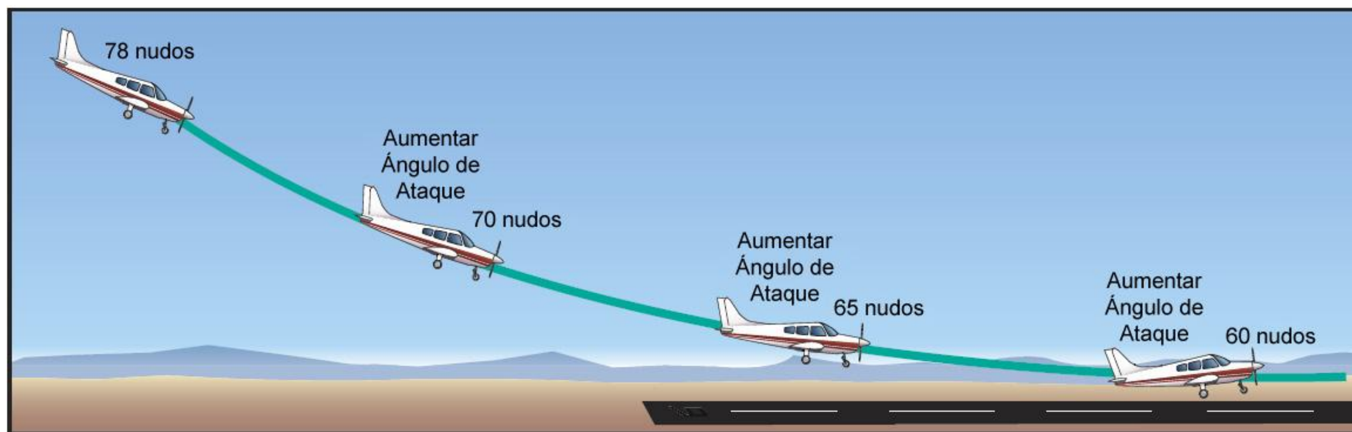


Figura 8-6. Cambio del ángulo de ataque durante la recogida o flare.

alto debe ejecutarse más lentamente que otro desde menor altura para permitir que el avión descienda hasta el suelo mientras se establece la actitud adecuada para el aterrizaje. El ritmo del flare debe ser proporcional a la velocidad de aproximación al suelo. Cuando el avión parece descender muy lentamente, el incremento en la actitud de cabeceo también se debe hacer a una velocidad lenta.

Las indicaciones visuales son importantes para iniciar el flare a la altura adecuada y el mantenimiento de las ruedas a pocos centímetros por encima de la pista de aterrizaje hasta la eventual toma de contacto. Las señales del flare dependen principalmente del ángulo en el que la visión central del piloto cruza el suelo (o pista) por delante y ligeramente hacia el costado. La percepción adecuada de la profundidad es un factor para un flare exitoso, pero las señales visuales más utilizadas son las relacionados con los cambios en la perspectiva de la pista o terreno y los cambios en el tamaño de objetos familiares cercanos a la zona de aterrizaje, tales como cercas, arbustos, árboles, hangares, e incluso el césped o la textura de la pista. El piloto debe dirigir la visión central en un ángulo descendente bajo, entre 10° a 15° hacia la pista en que se inicia la recogida/flare. [Figura 8-7] Mantener el mismo ángulo de visión hace que el punto de interceptación visual con la pista se mueva progresivamente para atrás hacia el piloto a medida que el avión pierde altura. Esto es un indicio visual importante en la evaluación del *régimen* de pérdida de altitud. Por el contrario, el movimiento hacia adelante del punto de interceptación visual indicará un aumento en altitud, y significaría que el ángulo de cabeceo se aumentó muy rápidamente, lo que resulta en un flare excesivo. La ubicación del punto de interceptación visual en conjunto con la evaluación de la velocidad con que fluye el terreno en las inmediaciones de la pista, así como la similitud de apariencia de altura por encima de la pista por delante del avión (en comparación a cómo se veía cuando el avión rodaba antes para el despegue) también se utiliza para juzgar cuándo las ruedas están a sólo unos centímetros por encima de la pista.

La actitud de cabeceo del avión en una aproximación con full flaps es considerablemente más baja que en una aproximación sin flaps. Para lograr la actitud de aterrizaje adecuada antes de tocar tierra, la nariz debe viajar a través de un gran cambio de cabeceo cuando los flaps están completamente extendidos. Ya que la recogida se inicia normalmente a aproximadamente la misma altura sobre el suelo, sin importar el grado de flaps usados, la actitud de cabeceo debe incrementarse a mayor ritmo cuando se utilizan full flaps; sin embargo, el flare todavía debe ser ejecutado a un ritmo proporcional al movimiento del avión hacia abajo.

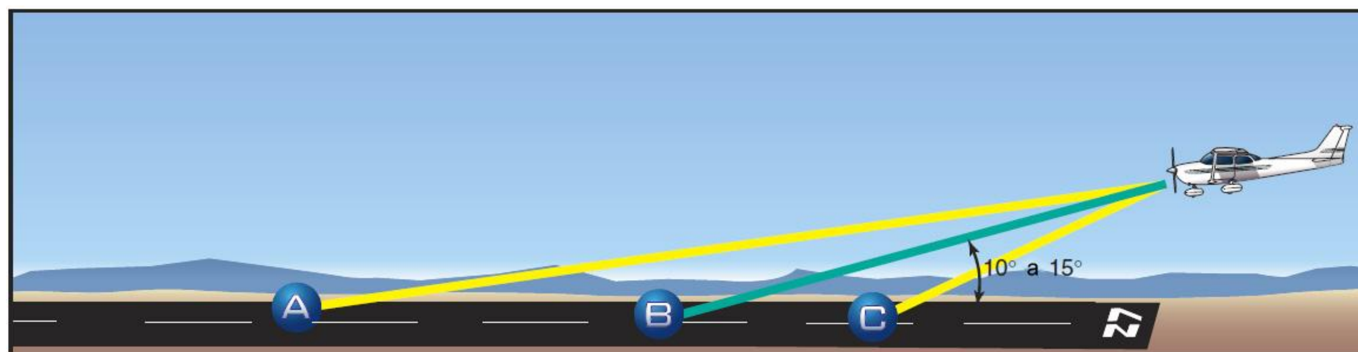


Figura 8-7. Para obtener indicios visuales, el piloto debe mirar hacia la pista en ángulos bajos.

Una vez que se inicia el proceso de recogida, el control del elevador no debe ser empujado hacia delante. Si se ha ejercido demasiada presión hacia atrás sobre el elevador, esta presión debe ser ligeramente relajada o mantenida constante, dependiendo del grado de error. En algunos casos, puede ser necesario avanzar un poco el acelerador para evitar una excesiva tasa de descenso, o una pérdida, todo lo cual se traduciría en un aterrizaje duro.

Se recomienda que el alumno forme el hábito de mantener una mano en el acelerador durante la aproximación y el aterrizaje, por si una situación peligrosa repentina e inesperada requiere una aplicación inmediata de potencia.

Aterrizaje

El aterrizaje o toma de contacto es el asentamiento suave de la aeronave sobre la superficie de aterrizaje. El flare y la toma de contacto se deben hacer con el motor a ralentí, y el avión a la mínima velocidad controlable, para que el avión aterrice sobre el tren principal, aproximadamente a la velocidad de pérdida. A medida que el avión se apoya, la actitud de aterrizaje adecuada se logra mediante la aplicación de cualquier presión atrás de elevador necesaria.

Algunos pilotos pueden tratar de forzar o volar el avión hacia el suelo, sin establecer la actitud adecuada para el aterrizaje. El avión nunca debe ser volado sobre la pista a una velocidad excesiva. Es paradójico que la manera de hacer un aterrizaje ideal es tratar de mantener las ruedas del avión a pocos centímetros del suelo el mayor tiempo posible con los elevadores. En la mayoría de los casos, cuando las ruedas están a 50 cm a 1 metro del suelo, el avión seguirá asentándose demasiado rápido para un aterrizaje suave; por lo tanto este descenso se debe retardar con más presión atrás. Dado que el avión ya está cerca de su velocidad de pérdida, esta presión de elevador adicional sólo hará más lento el asentamiento en lugar de detenerlo. Al mismo tiempo, producirá que el avión toque tierra en la actitud adecuada para el aterrizaje, y las ruedas principales toquen primero de modo que haya poco o nada de peso sobre la rueda de nariz. [Figura 8-8]

Después de que las ruedas principales hacen contacto inicial con el suelo, se debe continuar la presión sobre el elevador para mantener un ángulo de ataque positivo para el frenado aerodinámico, y para mantener la rueda delantera fuera del suelo hasta que el avión desacelera. Al disminuir el impulso del avión, la presión de elevador se puede relajar gradualmente para permitir que el tren de nariz se asiente suavemente sobre la pista. Esto permitirá maniobrar con la rueda de nariz. Al mismo tiempo, producirá un bajo ángulo de ataque y sustentación negativa en las alas para evitar que flote o salte, y permitirá que todo el peso de la aeronave descanse en las ruedas para una mejor acción de frenado.

Es extremadamente importante que la toma de contacto se produzca con el eje longitudinal del avión exactamente paralelo a la dirección en la que el avión se mueve a lo largo de la pista. El no cumplimiento de esto impone severas cargas laterales en el tren de aterrizaje. Para evitar estas tensiones laterales, el piloto no debe permitir que el avión aterrice mientras está girado hacia el viento o derivando.

Carrera después del aterrizaje

El proceso de aterrizaje nunca debe considerarse completo hasta que el avión desacelera hasta la velocidad normal de rodaje durante la carrera de aterrizaje o se ha detenido por completo fuera del área de aterrizaje. Muchos accidentes han ocurrido como resultado de que los pilotos abandonan su vigilancia y control positivo después colocar el avión en tierra.

El piloto debe estar alerta a las dificultades de control

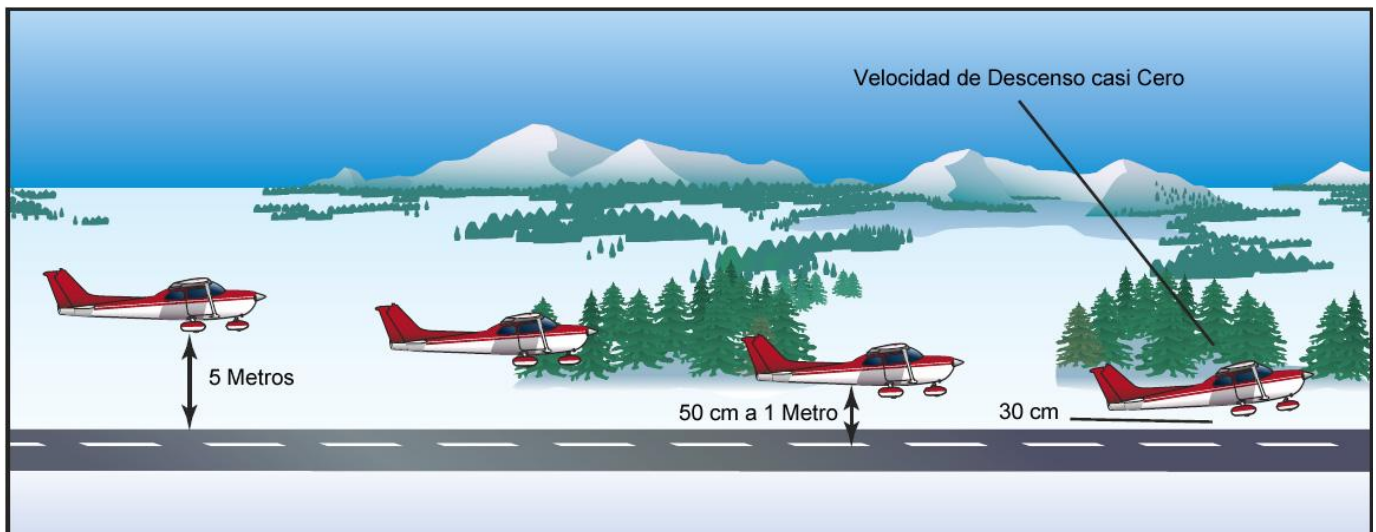


Figura 8-8. Un flare bien ejecutado resulta en alcanzar la actitud de aterrizaje apropiada.

direccional inmediatamente después y tras el aterrizaje debido a la fricción del suelo sobre las ruedas. La fricción crea un pinto de pivote en el que puede actuar un brazo de momento. La pérdida de control direccional puede conducir a un viraje en tierra agravado, muy cerrado, no controlado o un **trompo.** La combinación de la fuerza centrífuga actuando sobre el centro de gravedad (CG) y la fricción del suelo sobre las ruedas principales resistiendo durante el trompo puede hacer que el avión se incline haciendo que la punta del ala se ponga en contacto con el suelo. Esto incluso puede imponer una fuerza lateral, lo que podría colapsar el tren de aterrizaje.

El timón de dirección sirve para el mismo propósito en la tierra como en el aire, controla la guiñada del avión. La eficacia del timón depende del flujo de aire, que depende de la velocidad del avión. A medida que la velocidad disminuye y la rueda de nariz se ha bajado al suelo, ésta al ser orientable proporciona un control direccional positivo.

Los frenos de un avión sirven para el mismo propósito principal que los frenos de un auto, reducir la velocidad en el suelo. En los aviones, también pueden ser utilizados como una ayuda en el control direccional cuando se requiere un mayor control positivo del que se podría obtener con el timón de dirección o la rueda de nariz solamente.

Para utilizar los frenos, en un avión equipado con frenos de pies, el piloto debe deslizar los pies desde los pedales del timón a los pedales de freno. Si se está manteniendo presión de timón en el momento en que se necesita la acción de frenado, esta presión no debe ser relajada al deslizar los pies hasta los pedales de freno, ya que se puede perder el control antes de que se puedan aplicar los frenos.

Poner el máximo peso en las ruedas después del aterrizaje es un factor importante en la obtención de un óptimo rendimiento de frenado. Durante la primera parte de la carrera, puede continuar siendo generado una cierta sustentación por el ala. Después de la toma, la rueda delantera se debe bajar a la pista para mantener control direccional. Durante la desaceleración, la nariz se puede bajar por el frenado y el peso transferido desde las ruedas principales a la rueda delantera. Esto no ayuda a la acción de frenado, así que se debe aplicar presión atrás sobre los controles sin levantar la rueda delantera de la pista. Esto permitirá al piloto mantener el control direccional mientras mantiene el peso sobre las ruedas principales.

La aplicación cuidadosa de los frenos puede iniciarse después de que la rueda delantera está en tierra y que se haya establecido el control direccional. La máxima eficacia del freno está justo en el punto antes de producir un derrape. Si se aplican los frenos tan fuerte que produce un derrape, el frenado se vuelve ineficaz. El derrape se puede detener liberando presión de frenado. Además, la eficacia de frenado no se ve aumentada por la aplicación alternativa de presión de frenado. Los frenos se deben aplicar con la firmeza y suavidad que sea necesaria.

Durante la carrera en tierra, la dirección de movimiento del avión se puede cambiar mediante la cuidadosa aplicación de presión en un freno o presión desigual en cada freno en la dirección deseada. Se debe tener precaución cuando se aplican los frenos para evitar un sobre control.

Los alerones tienen el mismo propósito en tierra como en el aire, cambian los componentes de sustentación y resistencia aerodinámica de las alas. Durante la carrera después del aterrizaje, se deben utilizar para mantener las alas niveladas, de la misma forma en que se utilizan durante el vuelo. Si un ala comienza a subir, el control de los alerones se debe aplicar hacia esa ala para bajarla. La cantidad requerida dependerá de la velocidad porque al disminuir la velocidad de avance del avión, los alerones serán menos eficaces. Los procedimientos para el uso de alerones en condiciones de viento cruzado se explican más adelante en este capítulo, en la sección de Aproximación y Aterrizaje con viento cruzado.

Después de que el avión está en tierra, la presión de elevador puede ser relajada gradualmente para colocar peso normal en la rueda de nariz para ayudar en la dirección. Si la pista disponible lo permite, se debe permitir que la velocidad del avión se disipe de una manera normal. Una vez que el avión ha desacelerado lo suficiente y virado a la calle de rodaje y detenido, el piloto debe retraer los flaps y limpiar la configuración del avión. Muchos accidentes se han producido como consecuencia de que el piloto ha accionado el control del tren de aterrizaje de manera no intencionada y retraído el tren en lugar del mando de flaps cuando el avión aún estaba rodando. El hábito de identificar positivamente ambos controles, antes de accionarlos, se debe formar desde el principio de la instrucción de vuelo y continuar en todas las actividades de vuelo futuras.

Concepto de aproximación estabilizada

Una *aproximación estabilizada* es una en la que el piloto establece y mantiene un ángulo de planeo constante hacia un punto predeterminado en la pista. Se basa en el juicio del piloto de ciertas pistas visuales, y depende del mantenimiento de una velocidad de descenso final y configuración constante.

Un avión descendiendo en aproximación final a una velocidad y régimen constante viajará en línea recta

hacia un punto por delante en el suelo. Este lugar no será el punto en el que el avión aterrice, porque ocurrirá inevitablemente una flotación durante el flare. [Figura 8-9] Tampoco será el punto hacia el que apunta la nariz del avión, debido a que el avión está volando en un ángulo de ataque bastante alto, y el componente de sustentación ejercido paralelo a la superficie de la Tierra por las alas tiende a llevar al avión hacia adelante horizontalmente.

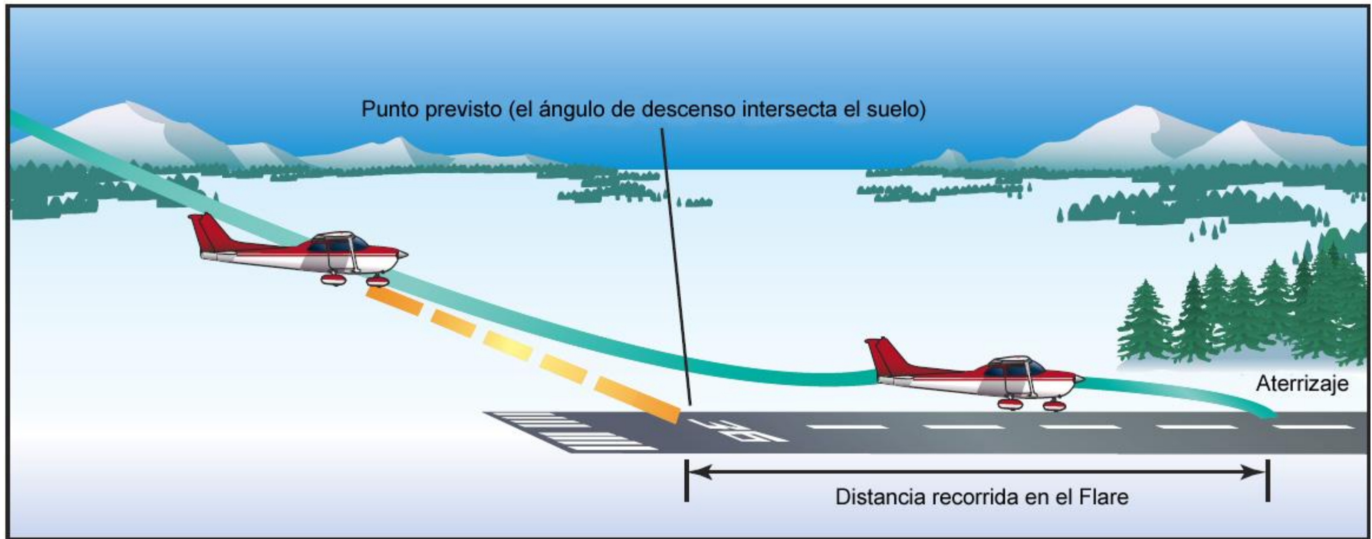


Figura 8-9. Aproximación estabilizada.

El punto hacia el que el avión avanza se denomina "punto previsto". [Figura 8-9] Es el punto en tierra en el que, si el avión mantiene una trayectoria de planeo constante, y *no* se recoge para el aterrizaje, tocará tierra. Para un piloto moviéndose recto hacia un objeto por delante, éste parece estar estacionario. No se "mueve". Así es como se puede distinguir el punto previsto, *no se mueve.* Sin embargo, los objetos por delante y más allá del punto previsto parecen moverse al acortarse la distancia, y parecen moverse en direcciones opuestas. Durante la instrucción en aterrizajes, una de las habilidades más importantes que un alumno debe adquirir es cómo utilizar las señales visuales para determinar con precisión el verdadero punto previsto desde cualquier distancia en la aproximación final. A partir de ahí, el piloto no sólo será capaz de determinar si la trayectoria de planeo se quedará corta o larga, sino, teniendo en cuenta la flotación durante el flare, el piloto será capaz de predecir el punto de toma de contacto dentro de muy pocos metros.

Para una trayectoria de planeo con ángulo constante, la distancia entre el horizonte y el punto previsto se mantendrá constante. Si se ha establecido el descenso de la aproximación final pero la distancia entre el punto previsto percibido y el horizonte parece aumentar (el punto previsto se mueve hacia abajo alejándose del horizonte), entonces el verdadero punto, y el punto de toma posterior, está más adelante por la pista. Si la distancia entre el punto previsto percibido y el horizonte disminuye (punto se mueve hacia el horizonte), el verdadero punto está más cerca que el percibido.

Cuando se establece el avión en la aproximación final, la forma de la imagen de la pista también presenta pistas sobre lo que debe hacerse para mantener una aproximación estabilizada a un aterrizaje seguro.

Una pista de aterrizaje, obviamente, tiene normalmente la forma de un rectángulo alargado. Cuando se ve desde el aire durante la aproximación, el fenómeno conocido como perspectiva hace que la pista asuma la forma de un trapecio con el extremo lejano más estrecho que el extremo de aproximación, y las líneas de los bordes convergentes hacia adelante. Si el avión continúa por la senda de planeo *a un ángulo constante* (estabilizado), la imagen que el piloto ve todavía será trapezoidal pero de dimensiones proporcionalmente mayores. En otras palabras, *durante una aproximación estabilizada la forma de la pista no cambia.* [Figura 8-10]

Si la aproximación se hace más abajo, sin embargo, la pista parecerá acortarse y hacerse más ancha. Por el contrario, si la aproximación es más alta, la pista parecerá más larga y angosta. [Figura 8-11]

El objetivo de una aproximación estabilizada es seleccionar un punto de contacto apropiado en la pista, y ajustar la senda de planeo de modo que el verdadero punto previsto y el punto de toma de contacto deseado, básicamente, coincidan. Inmediatamente después de entrar en la aproximación final, el piloto debe ajustar la actitud de cabeceo y la potencia para que el avión descienda directamente hacia el punto previsto a la

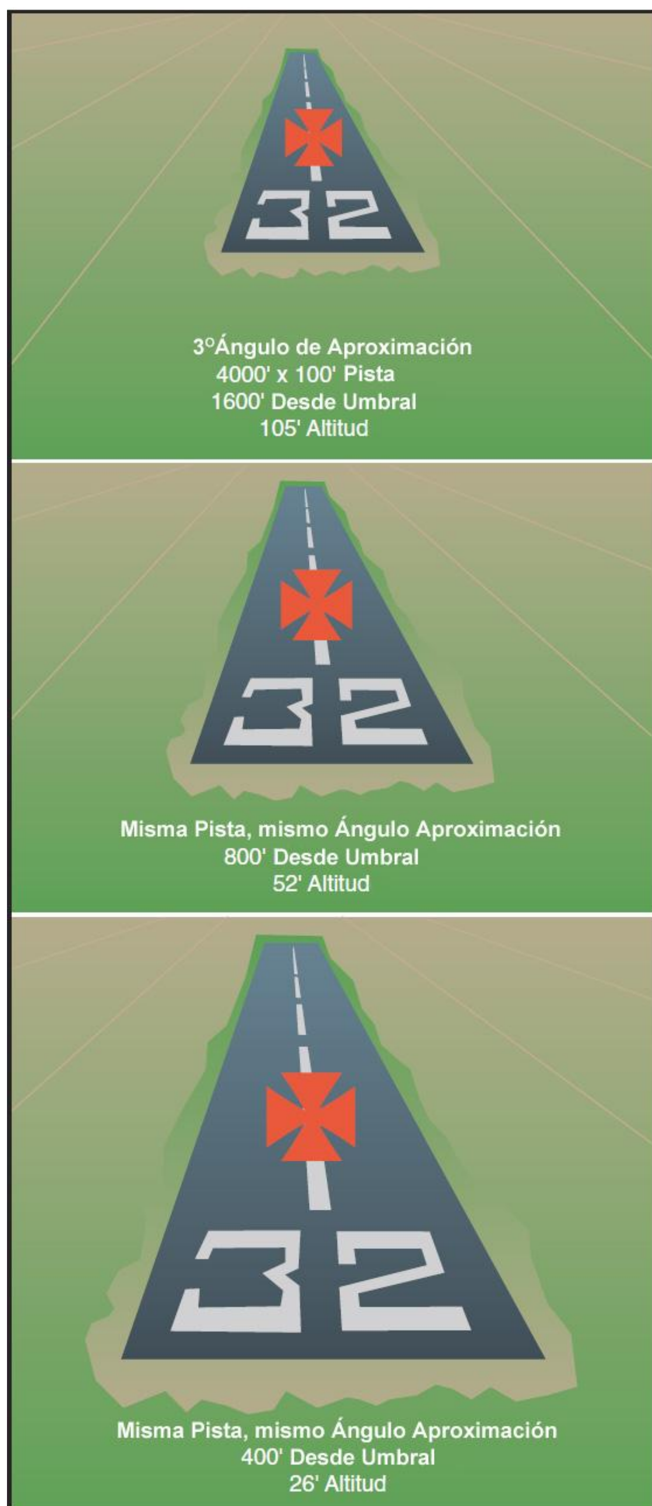


Figura 8-10. Forma de la pista durante una aproximación estabilizada.

velocidad apropiada. El avión debe estar en la configuración de aterrizaje, y compensado para el vuelo "sin manos". Con la aproximación establecida de esta manera, el piloto tendrá la libertad de dedicar toda su atención hacia las referencias externas. El piloto no debe mirar a un solo lugar, sino más bien vigilar desde un punto a otro, como por ejemplo desde el punto



Figura 8-11. Cambio en la forma de la pista si la aproximación es más baja o más alta.

previsto al horizonte, a los árboles y arbustos a lo largo de la pista, a un área previa a la pista, y de nuevo a el punto previsto. De esta manera, el piloto será más apto para percibir una desviación de la senda de planeo deseada, y si el avión está procediendo directamente hacia el punto previsto o no.

Si el piloto percibe alguna indicación de que el punto previsto en la pista no está donde se desea, debe realizarse un ajuste a la senda de planeo. Esto a su vez moverá el punto previsto. Por ejemplo, si el piloto percibe que el punto previsto está antes del punto de toma deseado y se quedará corto, se justifica un aumento de la actitud de cabeceo y la potencia. Debe mantenerse una velocidad constante. Por lo tanto, el cambio de cabeceo y potencia, se deben realizar suavemente y de forma simultánea. Esto dará lugar a

un aplanamiento de la senda de planeo con lo que el punto previsto se mueve hacia el punto de toma deseado. Por el contrario, si el piloto percibe que el punto previsto está más adelante en la pista que el punto de toma deseado y quedará largo, la senda de planeo se debe empinar disminuyendo simultáneamente la actitud de cabeceo y la potencia. Una vez más, la velocidad del aire debe mantenerse constante. **Es esencial que las desviaciones de la senda de planeo deseada se detecten a tiempo, para que solo se requieran ajustes leves y poco frecuentes a la senda de planeo.**

Cuanto más cerca está el avión a la pista, más grandes (y posiblemente más frecuentes) son las correcciones necesarias, lo que resulta en una aproximación *no estabilizada.*

Errores comunes en la realización de aproximaciones y aterrizajes normales son:

- Inadecuada corrección de la deriva del viento en el tramo base.
- Quedar corto o largo en el viraje a la aproximación final resultando en un viraje demasiado pronunciado o demasiado suave a la aproximación final.
- Virajes planos o derrapando desde el tramo base para la aproximación final como resultado de quedarse corto o inadecuada corrección de la deriva del viento.
- Falta de coordinación durante el viraje desde tramo base a final.
- No completar la lista de control de aterrizaje en el momento oportuno.
- Aproximación no estabilizada.
- Falla al compensar adecuadamente la extensión de flaps.
- Mala técnica de compensación en la aproximación final.
- Intentar mantener la altitud o llegar a la pista de aterrizaje usando solo el elevador.
- Enfocarse demasiado cerca del avión resultando en una recogida muy alta.
- Enfocarse demasiado lejos del avión resultando en un flare demasiado bajo.
- Aterrizar antes de alcanzar la actitud adecuada.
- Falla al mantener la suficiente presión de elevador atrás después de la toma.
- Frenado excesivo después del aterrizaje.

DESLIZAMIENTO INTENTIONAL

Un deslizamiento ocurre cuando el ángulo de inclinación lateral (alabeo) de un avión es muy alto para el régimen de viraje existente. Los deslizamientos no intencionales son a menudo el resultado de la aplicación de timón/alerón en forma descoordinada. Los deslizamientos intencionales, sin embargo, se usan para disipar altitud sin incrementar la velocidad, y/o para ajustar la derrota del avión, con viento cruzado. Los deslizamientos intencionales son especialmente útiles en los aterrizajes forzosos, y en situaciones en las que deben ser evitados obstáculos durante las aproximaciones en áreas confinadas. Un deslizamiento también se puede utilizar como un medio de emergencia para reducir rápidamente la velocidad en situaciones donde los flaps no están operativos o no están instalados.

Un deslizamiento es una combinación de movimiento hacia delante y hacia los lados (con respecto al eje longitudinal del avión), el eje lateral está inclinado y el movimiento lateral es hacia el extremo bajo de este eje (ala baja). Un avión deslizando de hecho vuela de costado. Esto resulta en un cambio en la dirección que el viento relativo golpea el avión. Los deslizamientos se caracterizan por un marcado incremento en la resistencia y la correspondiente disminución de la performance de ascenso, crucero y planeo del avión. Es el incremento en la resistencia, sin embargo, lo que hace posible que un avión deslizando descienda rápidamente sin un aumento de la velocidad.

La mayoría de los aviones exhiben una característica de estabilidad direccional estática positiva y, por lo tanto, tienen una tendencia natural a compensar el deslizamiento. Un deslizamiento intencional, por lo tanto, requiere controles cruzados de alerones y timón deliberados durante toda la maniobra.

A un **"deslizamiento lateral"** se entra bajando un ala y aplicando timón opuesto justo lo necesario para evitar un viraje. En un deslizamiento lateral, el eje longitudinal del avión se mantiene paralelo a la trayectoria de vuelo original, pero el avión ya no vuela en línea recta. En cambio, la componente horizontal de la sustentación del ala hace que el avión también se mueva lateralmente hacia el ala baja. [Figura 8-12] La cantidad de deslizamiento, y por lo tanto el régimen de movimiento lateral, se determina por el ángulo de alabeo. Cuanto más inclinado el alabeo, mayor es el grado de deslizamiento. Al aumentar el ángulo de alabeo, sin embargo, se requiere más timón opuesto para evitar el viraje.

Un **"deslizamiento en avance"** es uno en el que la dirección de movimiento del avión es la misma que

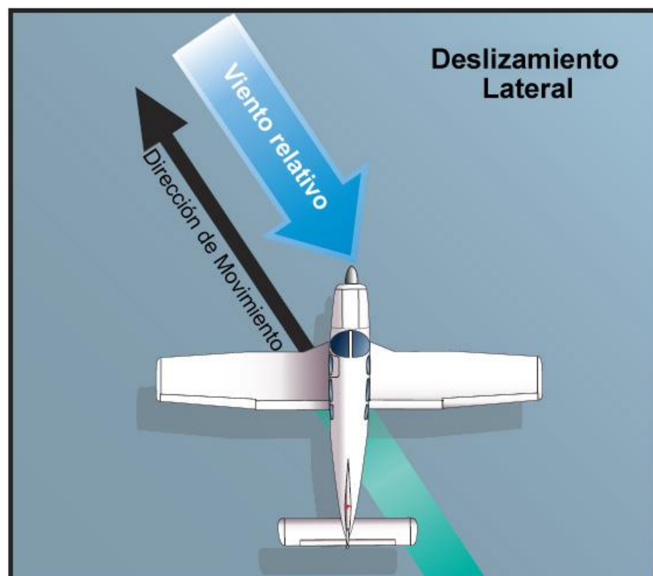


Figura 8-12. Deslizamiento lateral.

antes de iniciar el deslizamiento. Suponiendo que el avión está originalmente en vuelo recto, el ala en el lado hacia el cual se debe hacer el deslizamiento, debe bajarse mediante el uso de los alerones. Simultáneamente, la nariz del avión debe ser guiñada en la dirección opuesta aplicando timón opuesto, para que el eje longitudinal del avión esté en un ángulo respecto a su trayectoria de vuelo inicial. [Figura 8-13] El grado en que se guiña la nariz en la dirección opuesta al alabeo debe ser tal que se mantiene la derrota original. En un deslizamiento en avance, la cantidad de deslizamiento, y por lo tanto la tasa de descenso, se determina por el ángulo de inclinación lateral. Cuanto más empinado el alabeo, más pronunciado el descenso.

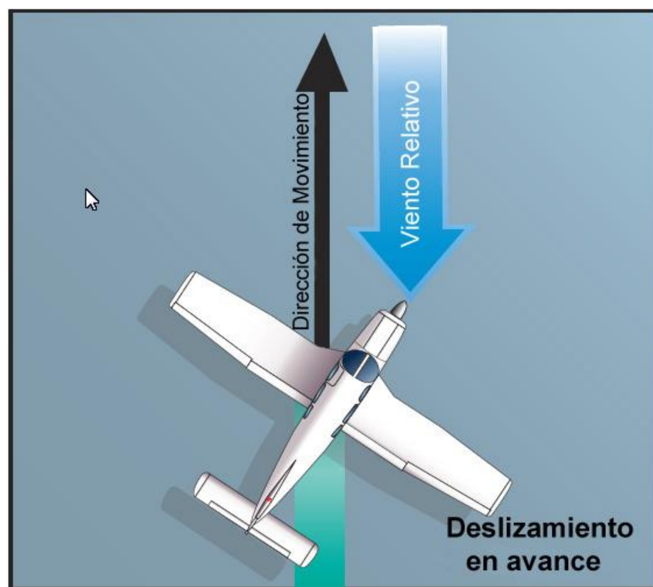


Figura 8-13. Deslizamiento en avance.

En la mayoría de los aviones ligeros, la inclinación del deslizamiento está limitada por la cantidad disponible de recorrido del timón. Tanto en deslizamiento lateral como en avance, se puede alcanzar un punto cuando se requiere todo timón para mantener el rumbo a pesar de que los alerones son capaces de aumentar aún más el ángulo de alabeo. Este es el **límite de deslizamiento práctico,** porque cualquier alabeo adicional haría que el avión vire a pesar de que se está aplicando todo el timón opuesto. Si hay necesidad de descender más rápidamente a pesar de que se ha alcanzado el límite de deslizamiento práctico, bajar la nariz no sólo aumentará el régimen de descenso sino que también aumentará la velocidad. El aumento de la velocidad aumenta la eficacia del timón permitiendo un deslizamiento más pronunciado. Por el contrario, cuando se eleva la nariz, la eficacia del timón disminuye y el ángulo de inclinación debe ser reducido.

La interrupción de deslizamiento se logra nivelando las alas y al mismo tiempo liberando la presión del timón mientras se reajusta la actitud de cabeceo a la actitud de planeo normal. Si la presión sobre el timón se libera bruscamente, la nariz se moverá demasiado rápido y el avión tenderá a adquirir un exceso de velocidad.

Debido a la ubicación del tubo de Pitot y tomas estáticas, los indicadores de velocidad en algunos aviones pueden tener un error considerable cuando el avión está deslizando. El piloto debe ser consciente de esta posibilidad y reconocer un deslizamiento realizado correctamente por la actitud del avión, el sonido del flujo de aire, y la sensación de los mandos de vuelo. A diferencia de los derrapes, sin embargo, si un avión en un deslizamiento entra en pérdida, muestra muy poca de la tendencia a guiñar que causa un tirabuzón en la pérdida por derrape. Un avión en un deslizamiento puede hacer poco más que tender a nivelar las alas. De hecho, en algunos aviones pueden incluso mejorar las características de pérdida.

MOTOR Y AL AIRE (ATERRIZAJE FRUSTRADO)

Siempre que las condiciones de aterrizaje no son satisfactorias, se justifica un aterrizaje frustrado. Hay muchos factores que pueden contribuir a que las condiciones de aterrizaje no sean satisfactorias. Situaciones tales como requisitos de control del tráfico aéreo, aparición inesperada de peligros en la pista, sobrepaso a otro avión, cizalladura del viento, turbulencia de estela, fallas mecánicas y/o una aproximación no estabilizada, son ejemplos de razones para discontinuar una aproximación al aterrizaje y hacer otra aproximación bajo más condiciones favorables. Suponer que un aterrizaje frustrado es siempre la consecuencia de una mala aproximación, que a su vez se debe a experiencia o habilidad insuficiente, es una falacia. El aterrizaje frustrado no es estrictamente un procedi-

miento de emergencia. Es una maniobra *normal* que a veces puede ser utilizada en una situación de emergencia. Como cualquier otra maniobra normal, el aterrizaje frustrado debe ser practicado y perfeccionado. El instructor debe enfatizar desde el principio, y debe hacer que el alumno entienda, que la maniobra de dar motor y al aire es una alternativa a cualquier aproximación y/o aterrizaje.

Aunque la necesidad de interrumpir un aterrizaje puede surgir en cualquier punto en el proceso de aterrizaje, el momento más crítico será uno cuando está muy cerca del suelo. Por lo tanto, cuanto antes se reconoce una condición que merece abortar el aterrizaje, será más seguro el procedimiento. La maniobra de dar motor y al aire no es inherentemente peligrosa en sí misma. Se convierte en peligrosa cuando se retarda indebidamente o se ejecuta incorrectamente. El retraso en el inicio de la maniobra normalmente proviene de dos fuentes: (1) la expectativa del aterrizaje, la creencia anticipada que las condiciones no son tan peligrosas como son y que la aproximación seguramente terminará con un aterrizaje seguro, y (2) orgullo, la creencia errónea de que el acto de frustrar el aterrizaje es una admisión de fracaso en realizar una aproximación correctamente. La ejecución incorrecta de la maniobra de aproximación frustrada se debe a la falta de familiaridad con los tres principales principios del procedimiento: **potencia, actitud,** y **configuración.**

Potencia

La potencia es la primera preocupación del piloto. En el instante en que el piloto decide la aproximación frustrada, debe aplicarse suavemente y sin vacilar potencia *total* o *la máxima permitida en despegue*, y mantenida hasta que se recupera la velocidad y la controlabilidad. La aplicación parcial de potencia en estos casos nunca es apropiada. El piloto debe ser consciente del grado de inercia que debe superar, antes de que un avión que está asentando en el suelo pueda recuperar suficiente velocidad para que sea totalmente controlable y capaz de ascender o virar de manera segura. La aplicación de potencia debe ser suave y positiva. Los movimientos bruscos del acelerador en algunos aviones harán que el motor vacile. La calefacción del carburador debe ser desactivada para máxima potencia.

Actitud

La actitud es siempre crítica cuando está cerca del suelo, y cuando se añade potencia, se requiere un esfuerzo deliberado por parte del piloto para evitar que la nariz suba antes de tiempo. El avión ejecutando una aproximación frustrada debe mantenerse en una actitud que permita aumentar la velocidad más allá del punto de pérdida antes de realizar cualquier esfuerzo para ganar altura, o para ejecutar un viraje. Elevar la nariz demasiado pronto puede producir una pérdida de la que el avión no se puede recuperar si la aproximación frustrada se realiza a baja altura.

El cometido de ganar altura rápidamente durante una aproximación frustrada produce una tendencia natural a tirar de la nariz hacia arriba. El piloto debe aceptar el hecho de que un avión no va a ascender hasta que pueda volar, y que no volará por debajo de la velocidad de pérdida. En algunas circunstancias, puede ser deseable bajar la nariz brevemente para ganar velocidad. Tan pronto como se alcancen la velocidad de ascenso y la actitud de cabeceo adecuadas, el piloto debería "compensar aproximadamente" el avión para aliviar las presiones de control adversas. Luego, se pueden realizar ajustes de compensador más precisos cuando las condiciones de vuelo se han estabilizado.

Configuración

Al limpiar el avión, en una aproximación frustrada, el piloto debería ocuparse en primer lugar de los flaps y en segundo lugar, del tren de aterrizaje (si se retrae). Cuando se toma la decisión de realizar una aproximación frustrada, se debe aplicar inmediatamente la potencia de despegue y cambiar la actitud de cabeceo con el fin de disminuir o detener el descenso. Después de que se ha detenido el descenso, los flaps se pueden retraer parcialmente o colocados en la posición de despegue según lo recomendado por el fabricante. Debe tener precaución, sin embargo, al retraer los flaps. Dependiendo de la altitud y velocidad del avión, puede ser prudente retraer los flaps de forma intermitente en pequeños incrementos para dar tiempo a que el avión acelere progresivamente a medida que se retraen. Una retracción repentina y completa de los flaps podría causar una pérdida de sustentación produciendo que el avión se asiente en tierra. [Figura 8-14]

A menos que se especifique lo contrario en el AFM/POH, generalmente se recomienda que los flaps se retraigan (al menos parcialmente) *antes* de retraer el tren de aterrizaje, por dos razones. En primer lugar, en la mayoría de los aviones full flaps generan más resistencia que el tren de aterrizaje; y en segundo lugar, en caso de que el avión toque inadvertidamente al iniciar la aproximación frustrada, es más conveniente tener el tren de aterrizaje abajo y bloqueado. Después de que se establece un régimen de ascenso positivo, el tren de aterrizaje se puede retraer.

Cuando se aplica potencia de despegue, por lo general será necesario aplicar una considerable presión sobre los controles para mantener un vuelo recto y una actitud de ascenso segura. Ya que el avión se ha compensado para la aproximación (una condición de

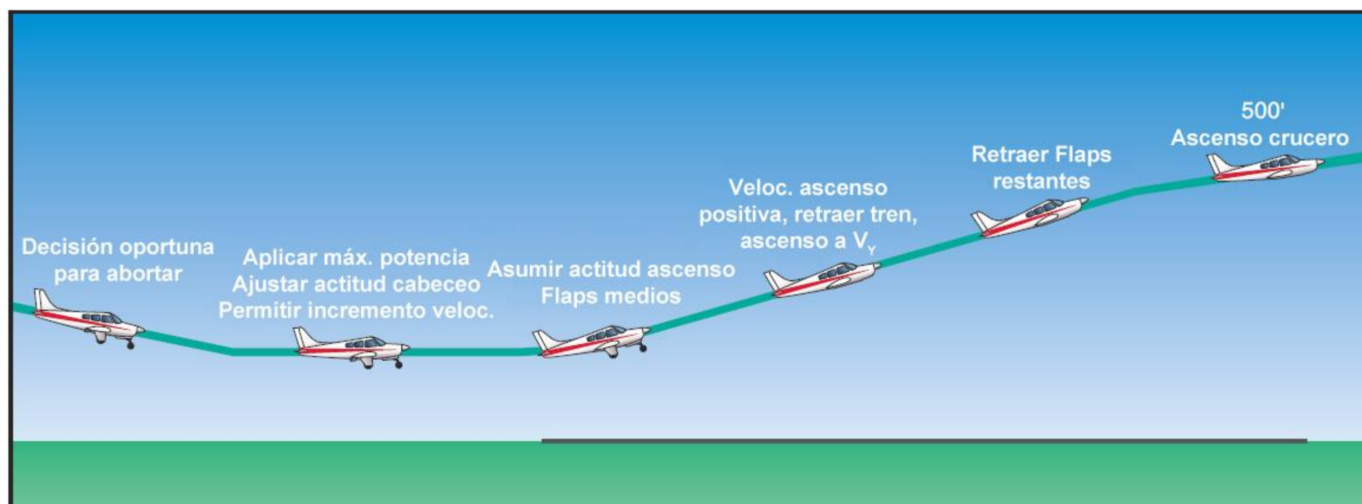


Figura 8-14. Procedimiento de aproximación frustrada.

baja potencia y baja velocidad), la aplicación de la máxima potencia permitida requerirá una considerable presión en los controles para mantener una actitud de cabeceo de ascenso. La adición de potencia tenderá a elevar la nariz del avión rápidamente y virar a la izquierda. Se debe anticipar y aplicar presión de elevador hacia adelante para mantener la nariz en una posición de ascenso segura. Se debe incrementar la presión del timón a la derecha para contrarrestar el torque y el factor P, y para mantener la recta nariz. El avión debe mantenerse en la actitud de vuelo correcta, independientemente de la cantidad de presión de control que se requiera. La compensación debe usarse para aliviar las presiones de control adversas y ayudar al piloto a mantener la actitud de cabeceo adecuada. En aviones que producen altas presiones de control al utilizar la máxima potencia en la aproximación frustrada, los pilotos deben tener cuidado al alcanzar el control del flap. El control del avión puede llegar a ser crítico durante esta fase de alto volumen de trabajo.

El tren de aterrizaje debe ser retraído sólo después de que se ha realizado la compensación inicial o gruesa y cuando está seguro de que el avión se mantendrá en el aire. Durante la parte inicial de una aproximación frustrada muy baja, el avión podrá apoyarse sobre la pista y rebotar. Esta situación no es especialmente peligrosa si el avión se mantiene recto y con una actitud de cabeceo constante y segura. El avión se aproximará a la velocidad de vuelo segura rápidamente y la potencia elevada amortiguará cualquier contacto secundario.

Si la actitud de cabeceo se aumenta excesivamente en un esfuerzo por evitar que el avión entre en contacto con la pista, puede hacer que el avión entre en pérdida. Esto sería especialmente probable si no se hace corrección de compensación y los flaps permanecen completamente extendidos. El piloto no debe tratar de retraer el tren de aterrizaje hasta después de realizar una compensación gruesa y establecer un régimen de ascenso positivo.

EFECTO SUELO

El efecto suelo es un factor en cada aterrizaje y despegue en todos los aviones de ala fija. El efecto suelo también puede ser un factor importante en las aproximaciones frustradas. Si ésta se realiza cerca de la tierra, el avión puede estar en la zona de efecto suelo. Los pilotos a menudo se dejan llevar por una falsa sensación de seguridad por el aparente "colchón de aire" bajo las alas inicialmente ayuda en la transición de un descenso en aproximación a un ascenso. Este "colchón de aire", sin embargo, es imaginario. El aparente aumento del rendimiento del avión es, de hecho, debido a una reducción en la resistencia inducida en la zona de efecto suelo. Es un rendimiento “prestado” que debe ser pagado cuando el avión sale de la zona de efecto suelo. El piloto debe tener en cuenta el efecto suelo al iniciar una aproximación frustrada cerca del suelo. Un intento de ascender prematuramente puede resultar en que el avión no sea capaz de ascender, o incluso mantener la altitud a máxima potencia.

Errores comunes en la realización de aproximaciones frustradas son:

- Falla al reconocer una condición que garantiza una aproximación frustrada.
- Indecisión.
- Retraso en el inicio de la aproximación frustrada.
- Falla al aplicar la máxima potencia permitida en el momento oportuno.
- Aplicación de potencia abrupta.

- Actitud de cabeceo incorrecta.
- Falla al configurar el avión de manera apropiada.
- Intento de salir del efecto suelo antes de tiempo.
- Falla al compensar adecuadamente por el torque/factor P.

APROXIMACIÓN Y ATERRIZAJE CON VIENTO CRUZADO

Muchas pistas o zonas de aterrizaje son tales que los aterrizajes se hacen mientras que el viento sopla cruzando y no paralelo a la dirección de aterrizaje. Todos los pilotos deben estar preparados para hacer frente a estas situaciones cuando puedan surgir. Los mismos principios y factores básicos que intervienen en una aproximación y aterrizaje normal se aplican a una aproximación y aterrizaje con viento cruzado; por lo tanto, sólo se discuten aquí los procedimientos adicionales necesarios para corregir la deriva por el viento.

Los aterrizajes con viento cruzado son un poco más difíciles de realizar que los despegues con viento cruzado, principalmente debido a diferentes problemas implicados en el mantenimiento de un control preciso del avión mientras que su velocidad está disminuyendo en vez de aumentar como en el despegue.

Hay dos métodos para realizar una aproximación y aterrizaje con viento cruzado, el método de lado y el método de ala baja (deslizamiento lateral). Aunque el método de lado puede ser más fácil de mantener durante la aproximación final, se requiere un alto grado de criterio y sincronización para enderezar el avión inmediatamente antes de la toma de contacto. El método de ala baja se recomienda en la mayoría de los casos, aunque se puede usar una combinación de ambos métodos.

Aproximación final con viento cruzado

El método de lado se ejecuta estableciendo un rumbo (guiñada) hacia el viento con las alas niveladas para que la derrota de la aeronave permanezca alineada con la línea central de la pista. [Figura 8-15] Este ángulo de guiñada se mantiene hasta justo antes de la toma, momento en que el eje longitudinal del avión se debe alinear con la pista para evitar un contacto de costado de las ruedas con la pista. Si se está volando una aproximación final larga, el piloto puede utilizar el método de lado hasta justo antes de que se inicie el flare y luego cambiar suavemente al método de ala baja poro el resto del aterrizaje.

El método de ala baja (deslizamiento lateral) compensa un viento cruzado desde cualquier ángulo, pero más importante, permite al piloto mantener al mismo



Figura 8-15. Aproximación de lado.

tiempo la derrota del avión y el eje longitudinal alineado con el eje de la pista durante la aproximación final, flare, toma, y carrera después del aterrizaje. Esto evita que el avión aterrice con un movimiento lateral e imponga cargas laterales perjudiciales para el tren de aterrizaje.

Para utilizar el método de ala baja, el piloto alinea el rumbo del avión con la línea central de la pista, nota la velocidad y dirección de la deriva, y luego aplica rápidamente una corrección de la deriva bajando el ala contra el viento. [Figura 8-16] La cantidad de ala que se debe bajar depende de la velocidad de la deriva. Cuando se baja el ala, el avión tiende a virar en esa

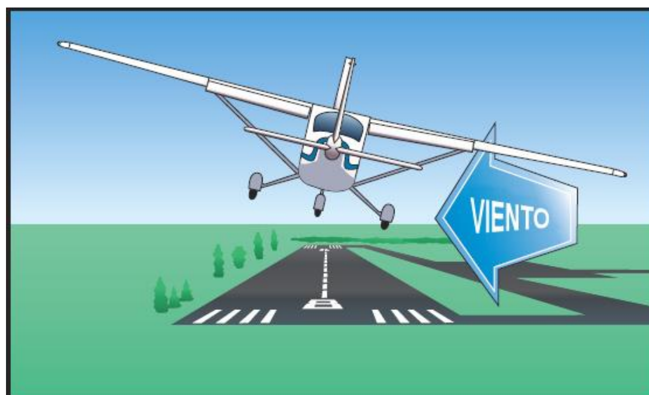


Figura 8-16. Aproximación de ala baja.

dirección. Entonces es necesario aplicar simultánea-mente suficiente presión de timón de dirección opuesto para evitar el viraje y mantener el eje longitudinal del avión alineado con la pista. En otras palabras, la deriva se controla con los alerones, y el rumbo con el timón. El avión estará ahora deslizando lateralmente hacia el viento lo suficiente para que tanto la trayectoria de vuelo resultante y la derrota están alineados con la pista. Si el viento cruzado disminuye, esta corrección de viento cruzado se reduce en consecuencia, o el avión comenzará a deslizar fuera de la trayectoria de aproximación deseada. [Figura 8-17]

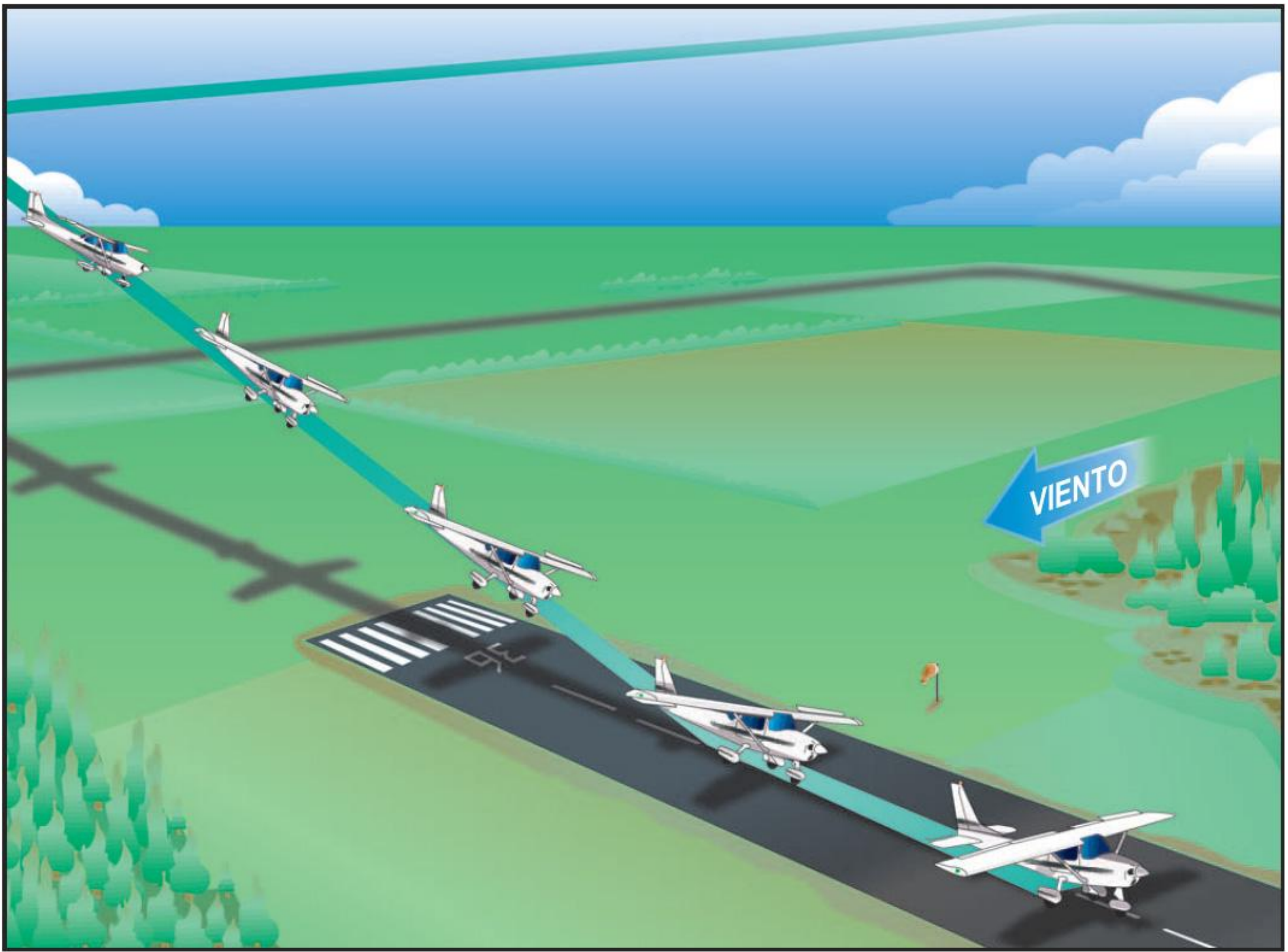


Figura 8-17. Aproximación y aterrizaje con viento cruzado.

Para corregir por un viento cruzado más fuerte, se aumenta el deslizamiento hacia el viento bajando el ala contra el viento una cantidad considerable. Como consecuencia, esto se traducirá en una mayor tendencia del avión a virar. Ya que no se desea virar, se debe aplicar una considerable presión de timón de dirección opuesto para mantener el eje longitudinal del avión alineado con la pista. En algunos aviones, puede no haber suficiente desplazamiento de timón disponible para compensar la fuerte tendencia a virar causada por el alabeo. Si el alabeo requerido es tal que la aplicación total de timón opuesto no evitará el viraje, el viento es demasiado fuerte como para aterrizar con seguridad el avión en esa pista en particular con esas condiciones de viento. Dado que se excederá la capacidad de la aeronave, es imperativo que el aterrizaje se haga en una pista más favorable, ya sea en ese aeropuerto o en un aeropuerto alternativo.

Los flaps pueden y deben ser utilizados durante la mayoría de las aproximaciones ya que tienden a tener un efecto estabilizador sobre el avión. El grado al que deben extenderse los flaps variará con las características de manejo del avión, así como la velocidad del viento.

Recogida (flare) con viento cruzado

Generalmente, la recogida se puede hacer como en una aproximación para aterrizaje normal, pero es necesario continuar con la aplicación de una corrección de viento cruzado para evitar la deriva.

Dado que la velocidad disminuye a medida que el flare progresa, los controles de vuelo se vuelven gradualmente menos eficaces. Como resultado, la corrección por viento cruzado mantenida será insuficiente. Cuando se utiliza el método de ala baja, es necesario aumentar gradualmente la deflexión del timón de dirección y los alerones para mantener la cantidad apropiada de corrección de deriva.

No nivele las alas; mantenga el ala que da al viento baja a lo largo del flare. Si se nivelan las alas, el avión comenzará a derivar y la toma de contacto se producirá mientras deriva. Recuerde, el objetivo principal es aterrizar el avión sin someterlo a las cargas laterales que resultan de tocar mientras deriva.

Toma con viento cruzado

Si se ha usado el método de lado de corrección de deriva durante la aproximación final y flare, la guiñada se debe quitar en el instante antes de la toma aplicando timón para alinear el eje longitudinal del avión con su dirección de movimiento. Esto requiere una acción oportuna y precisa. Fallar al hacer esto dará lugar a cargas laterales severas impuestas al tren de aterrizaje.

Si se utiliza el método de ala baja, la corrección de viento cruzado (alerón hacia el viento y timón opuesto) se debe mantener durante todo el flare, y la toma se hace sobre la rueda principal que da al viento.

Durante condiciones de vientos fuertes o con ráfagas, se deben hacer ajustes rápidamente al corregir el viento cruzado para asegurar que el avión no deriva cuando el avión aterriza.

A medida que el momento hacia adelante disminuye después del contacto inicial, el peso de la aeronave hará que la rueda principal contra el viento se apoye en la pista.

En los aviones en que la dirección de la rueda de nariz está interconectada con el timón de dirección, la rueda de nariz puede no estar alineada con la pista al tocar las ruedas porque se está aplicando timón opuesto para la corrección de viento cruzado. Para evitar desviarse en la dirección de la rueda de nariz, la presión correctiva de timón se debe relajar con prontitud justo cuando la rueda delantera toca tierra.

Carrera después del aterrizaje con viento cruzado

Particularmente durante la carrera después del aterrizaje, se debe prestar especial atención a mantener el control direccional con el uso de timón de dirección o la rueda de nariz, mientras se evita que el ala hacia el viento suba mediante el uso de los alerones.

Cuando un avión está en el aire, se mueve con la masa de aire en la que está volando independientemente del rumbo y velocidad del avión. Cuando un avión está en tierra, es incapaz de moverse con la masa de aire (viento cruzado) debido a la resistencia creada por la fricción del suelo sobre las ruedas.

Característicamente, un avión tiene un mayor perfil o área lateral, detrás del tren de aterrizaje principal que delante de él. Con las ruedas principales actuando como punto de pivote y la mayor área de superficie expuesta al viento cruzado detrás de ese pivote, el avión tenderá a girar, como veleta, hacia el viento.

El viento que actúa sobre un avión durante el aterrizaje con viento cruzado es el resultado de dos factores. Uno es el viento natural, que actúa en la dirección en que se desplaza la masa de aire, mientras que el otro es inducido por el movimiento del avión y actúa paralelo a la dirección de movimiento. En consecuencia, un viento cruzado tiene una componente de viento de frente que actúa a lo largo de la derrota del avión y una componente lateral que actúa a 90° de la derrota. El viento resultante o relativo está en algún lugar entre las dos componentes. Al disminuir la velocidad de avance del avión durante la carrera después del aterrizaje, la componente de viento de frente disminuye y el viento relativo tiene más componente de viento lateral. Cuanto mayor es la componente de viento lateral, más difícil es prevenir el efecto veleta.

Mantener el control sobre tierra es una parte crítica de la carrera después del aterrizaje, debido al efecto veleta del viento sobre el avión. Además, la carga lateral del neumático por el contacto con la pista mientras deriva con frecuencia genera vuelcos en aviones con tren triciclo. Los factores básicos que intervienen son el ángulo de derivación y la carga lateral.

El ángulo de derivación es la diferencia angular entre la dirección de un neumático y su trayectoria. Siempre que la trayectoria y la dirección del neumático divergen se crea una carga lateral. Es acompañado de una distorsión de los neumáticos. Aunque la carga lateral difiere con neumáticos y presiones de aire diferentes, es completamente independiente de la velocidad, y a través de un considerable rango, es directamente proporcional al ángulo de derivación y el peso soportado por el neumático. Tan poco como 10° de ángulo de derivación creará una carga lateral igual a la mitad del peso que soporta; después de 20°, la carga lateral no aumenta al aumentar el ángulo de derivación. Para cada avión de ala alta, con tren triciclo, hay un ángulo de derivación en el que volcar es inevitable. El eje de vuelco es la línea que une la nariz y las ruedas principales. En ángulos menores, el vuelco se puede evitar mediante el uso de los alerones, el timón, o rueda de nariz orientable *pero no los frenos*.

Mientras el avión desacelera durante la carrera después del aterrizaje, se aplica cada vez más alerón para evitar que el ala hacia el viento se levante. Ya que el avión está desacelerando, hay menos flujo de aire alrededor de los alerones y se vuelven menos efectivos. Al mismo tiempo, el viento relativo se hace más lateral y ejerce una mayor fuerza de elevación sobre el ala hacia el viento. Cuando el avión se acerca a la detención, el control del alerón debe mantenerse completamente hacia el viento.

Velocidades máximas seguras de viento cruzado

Los despegues y aterrizajes en determinadas condiciones de viento cruzado son desaconsejables o incluso peligrosos. [Figura 8-18] Si el viento cruzado es lo

suficientemente grande como para realizar una corrección de deriva extrema, puede dar lugar a una condición de aterrizaje peligrosa. Por lo tanto, deben ser consideradas la capacidad de despegue y aterrizaje con respecto a las condiciones de viento en superficie observadas y las direcciones de aterrizaje disponibles.

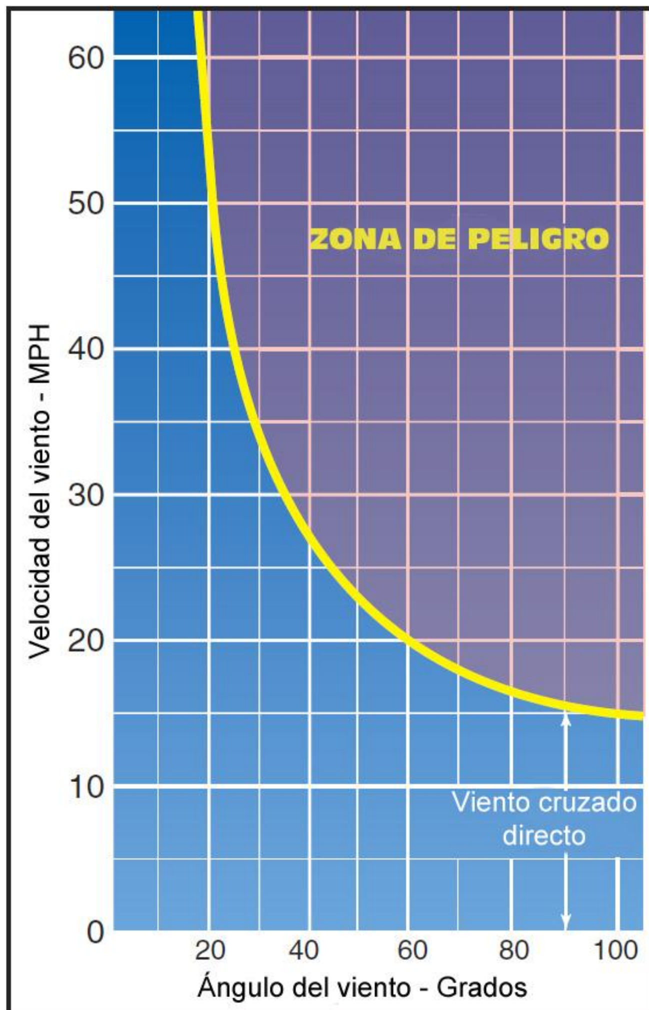


Figura 8-18. Tabla de viento cruzado.

Antes de que un avión sea certificado de tipo, debe ser probado en vuelo para cumplir con ciertos requisitos. Entre ellos está la demostración de ser satisfactoriamente controlable sin un grado excepcional de destreza o alerta por parte del piloto con vientos cruzados a 90° hasta una velocidad igual a 0,2 V_{SO}. Esto significa una velocidad del viento de dos décimas de la velocidad de pérdida sin potencia y tren de aterrizaje/flaps abajo. Las regulaciones requieren que la velocidad de viento cruzado demostrado sea incluida en un cartel en aviones certificados después del 3 de mayo de 1962.

La componente de viento frontal y cruzado para una situación dada puede determinarse por referencia a un gráfico de componente de viento cruzado. [Figura 8-19] Es imprescindible que los pilotos determinen el máximo componente de viento cruzado de cada avión que vuela, y evite operar en condiciones de viento que superan la capacidad del avión.

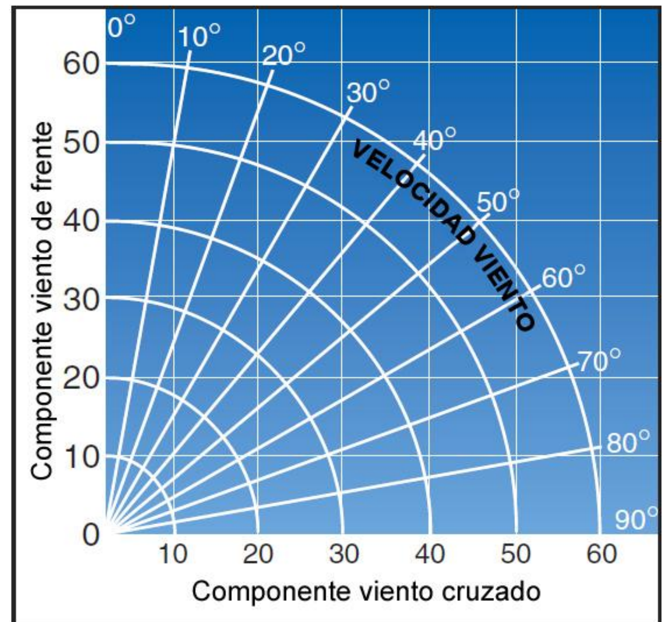


Figura 8-19. Gráfico de componente de viento cruzado.

Los errores comunes al realizar aproximaciones y aterrizajes con viento cruzado son:

- Tratar de aterrizar con vientos cruzados que exceden la máxima componente demostrada de viento cruzado.
- Compensación inadecuada por la deriva del viento en el viraje desde el tramo base a la aproximación final, dando lugar a quedarse corto o largo.
- Compensación inadecuada por la deriva del viento en la aproximación final.
- Aproximación no estabilizada.
- Falla al compensar el aumento de la resistencia durante el deslizamiento lateral resultando en un régimen de descenso excesivo y/o velocidad demasiado baja.
- Tomar contacto mientras deriva.
- Velocidad excesiva en el momento del aterrizaje.
- Falla en la aplicación de los controles de vuelo apropiados durante el flare.
- Falla al mantener el control de la dirección en el flare.
- Frenado excesivo.

APROXIMACIÓN Y ATERRIZAJE EN AIRE TURBULENTO

Para el aterrizaje en aire turbulento se deben utilizar aproximaciones con potencia a una velocidad ligeramente superior a la velocidad normal de aproximación. Esto proporciona un mayor control positivo del avión cuando se experimentan fuertes

ráfagas de viento horizontales, o corrientes hacia arriba y abajo. Como en otras aproximaciones con potencia (cuando el piloto puede variar la cantidad de potencia), se requiere generalmente una combinación coordinada de ajustes de cabeceo y potencia. Al igual que en la mayoría de otras aproximaciones al aterrizaje, la actitud de aproximación y velocidad adecuada requieren un flare mínimo y deben dar lugar a poca o ninguna flotación durante el aterrizaje.

Para mantener un buen control, la aproximación en aire turbulento con viento cruzado racheado puede requerir el uso de flaps parciales. Con menos flaps, el avión tendrá una actitud de cabeceo más alta. Por lo tanto, se requiere menos cambio de cabeceo para establecer la actitud de aterrizaje, y la toma de contacto será a una velocidad mayor para garantizar más control positivo. La velocidad no debe ser tan excesiva como para que el avión flote más allá de la zona de aterrizaje deseada.

Un procedimiento consiste en utilizar la velocidad de aproximación normal más la mitad del factor de ráfaga de viento. Si la velocidad normal es de 70 nudos, y las ráfagas de viento aumentan 15 nudos, una velocidad de 77 nudos es apropiada. En cualquier caso, la velocidad y cantidad de flaps deben ser las recomendadas por el fabricante del avión.

Se debe usar una cantidad adecuada de potencia para mantener la velocidad y la trayectoria de descenso adecuada durante toda la aproximación, y el acelerador reducido a ralentí sólo después de que las ruedas principales tocan la superficie de aterrizaje. Se debe tener cuidado en cerrar el acelerador antes de que el piloto esté listo para la toma. En esta situación, el cierre repentino o prematuro del acelerador puede causar un aumento repentino de la velocidad de descenso lo que podría resultar en un aterrizaje duro.

Los aterrizajes desde aproximaciones con potencia en turbulencia deben ser tales que la toma se hace con el avión en actitud aproximada de vuelo nivelado. La actitud de cabeceo en la toma de contacto debe ser sólo lo suficiente para evitar que la rueda delantera entre en contacto con la superficie antes de que las ruedas principales hayan tocado la superficie. Después de la toma, el piloto debe evitar la tendencia a aplicar presión hacia adelante en los mandos ya que esto puede resultar en hacer **carretilla** y la posible pérdida del control. Se debe permitir al avión desacelerar normalmente, asistido por el uso cuidadoso de los frenos de las ruedas. Deben evitarse las frenadas bruscas hasta que las alas no generen sustentación y el peso total del avión descanse en el tren de aterrizaje.

APROXIMACIÓN Y ATERRIZAJE EN CAMPO CORTO

Las aproximaciones y aterrizajes en campo corto requieren el uso de procedimientos de aproximaciones y aterrizajes en campos con una zona de aterrizaje relativamente corta, o donde una aproximación se hace sobre obstáculos que limitan la zona de aterrizaje disponible. [Figuras 8-20 y 8-21] Al igual que en los despegues en pistas cortas, es una de las más críticas operaciones de máximo rendimiento. Requiere que el piloto vuele el avión en una de sus capacidades de rendimiento cruciales mientras está cerca de la tierra con el fin de aterrizar con seguridad en áreas estrechas. Este tipo de aproximación con potencia, a baja velocidad, está estrechamente relacionada con el rendi-

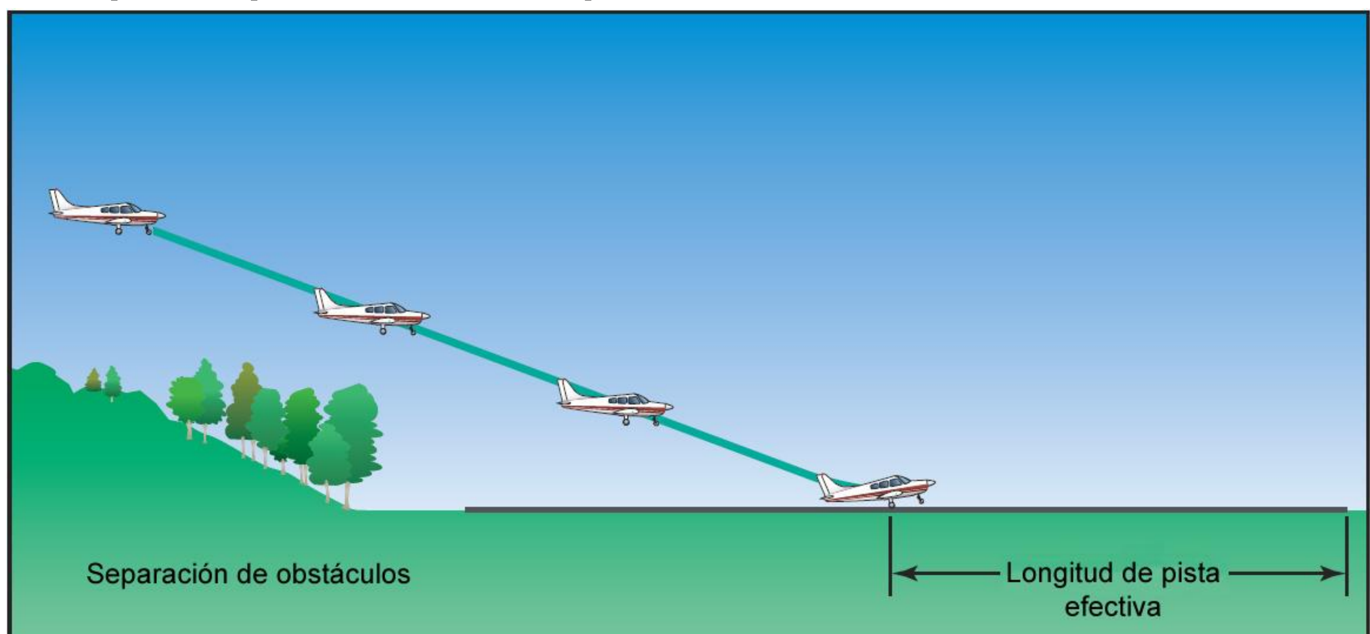


Figura 8-20. Aterrizaje sobre un obstáculo.

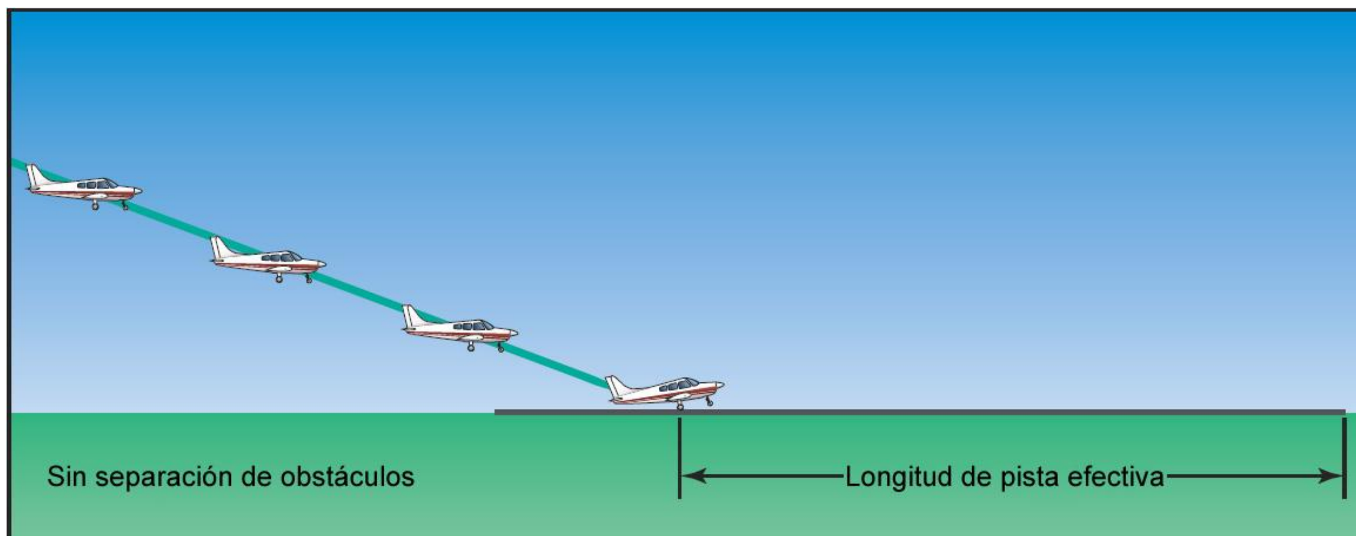


Figura 8-21. Aterrizaje en campo corto.

miento de vuelo a velocidades mínimas controlables.

Para aterrizar en un campo corto o en un área pequeña, el piloto debe tener un control preciso y positivo del régimen de descenso y velocidad para producir una aproximación que evite cualquier obstáculo, resulte en poca o ninguna flotación durante el flare, y permita al avión detenerse en la menor distancia posible.

Se deben usar los procedimientos para aterrizar en un campo corto, o para aproximar sobre obstáculos, como se recomienda en el AFM/POH. Una aproximación estabilizada es esencial. [Figuras 8-22 y 8-23] Estos procedimientos implican generalmente el uso de full flaps, y la aproximación final iniciada desde una altitud de al menos 500 pies más alto que la zona de toma. Se debe usar un circuito más ancho que el normal para que el avión pueda ser configurado y compensado correctamente. En ausencia de una velocidad de aproximación recomendada por el fabricante, se debe usar una velocidad de no más de 1,3 V_{SO}. Por ejemplo, en un avión que entra en pérdida a 60 nudos sin potencia, y con flaps y tren de aterrizaje extendidos, la velocidad de aproximación no debe ser superior a 78 nudos. En aire con ráfagas, se debe agregar no más de la mitad del factor de ráfaga. Una cantidad excesiva de velocidad puede resultar en una toma de contacto muy lejos del umbral de la pista o una carrera después del aterrizaje que exceda el área de aterrizaje disponible.

Después de que el tren de aterrizaje y flaps se han extendido, el piloto debe ajustar simultáneamente la potencia y la actitud de cabeceo para establecer y mantener el ángulo de descenso y velocidad adecuados. Se requiere una combinación de ajustes coordinados de cabeceo y potencia. Cuando esto se hace correctamente, es necesario muy poco cambio en la actitud de cabeceo del avión y la configuración de potencia para hacer correcciones al ángulo de descenso y velocidad.

La aproximación y aterrizaje en campo corto es en

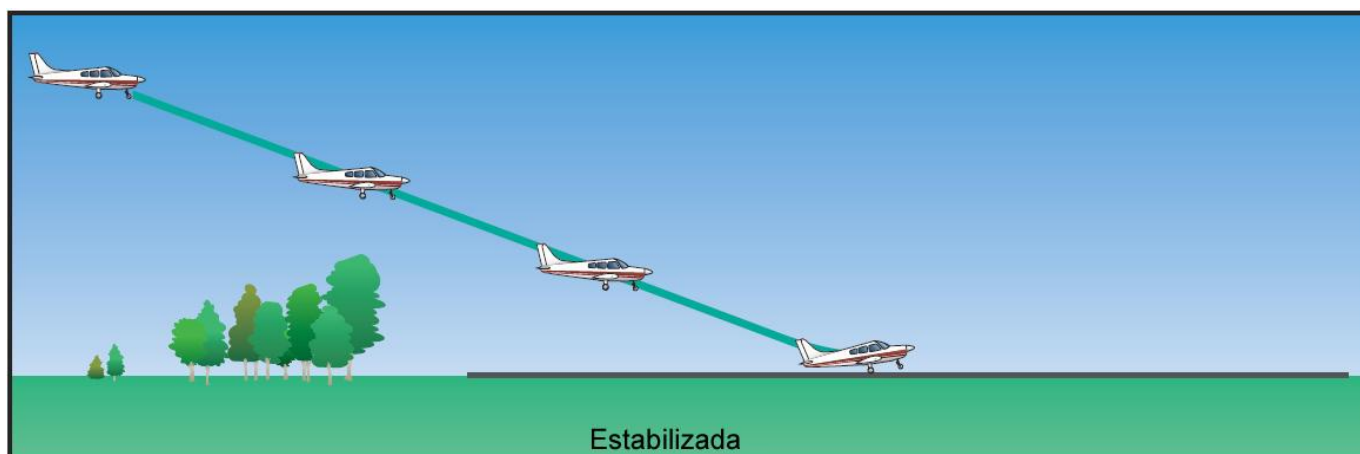


Figura 8-22. Aproximación estabilizada.

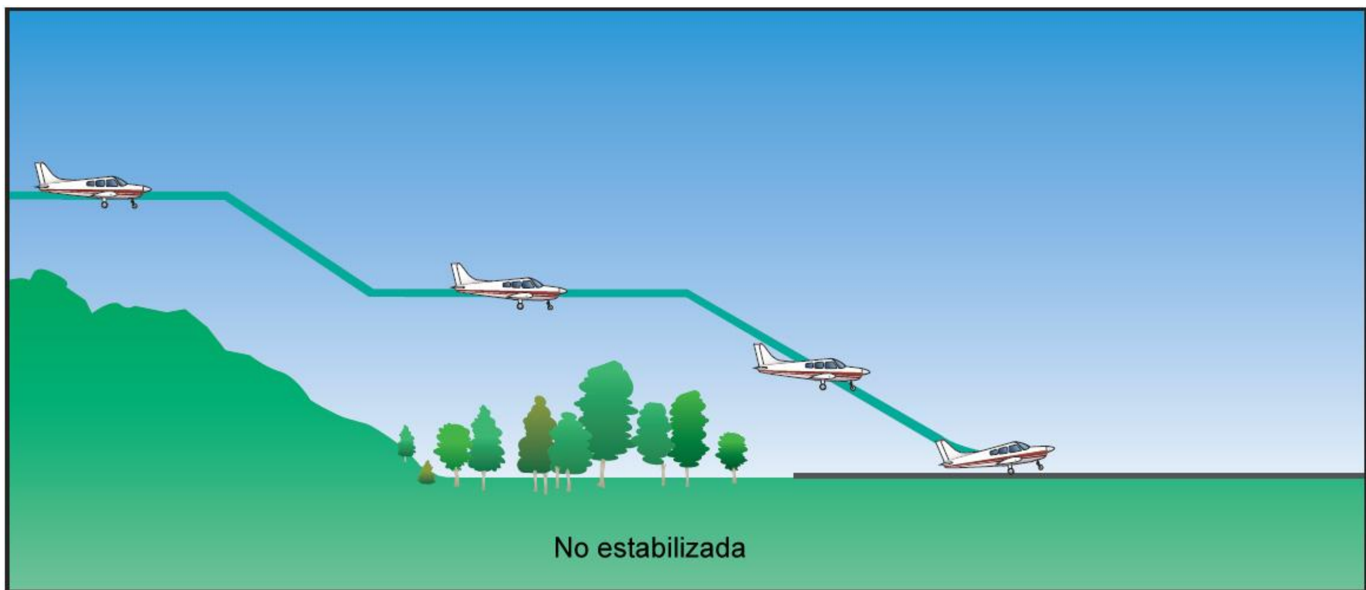


Figura 8-23. Aproximación no estabilizada.

realidad una aproximación de precisión para un punto de aterrizaje. Los procedimientos descritos anteriormente en la sección sobre los conceptos de aproximación estabilizada deben ser utilizados. Si parece que el franqueamiento de obstáculos es excesivo y la toma de contacto se producirá mucho más allá del punto deseado, dejando poco espacio para frenar, se puede reducir la potencia al tiempo que reduce la actitud de cabeceo a una trayectoria de descenso más pronunciada y aumenta la velocidad de descenso. Si parece que el ángulo de descenso no deja una distancia segura a los obstáculos, se debe aumentar la potencia mientras que aumenta al mismo tiempo la actitud de cabeceo para aplanar la trayectoria de descenso y disminuir la velocidad de descenso. Se debe tener cuidado para evitar una velocidad excesivamente baja. Si se permite que la velocidad sea demasiado baja, un aumento en el cabeceo y la aplicación de potencia máxima sólo puede dar lugar a un régimen de descenso mayor. Esto ocurre cuando el ángulo de ataque es tan grande y crea tanta resistencia que la potencia máxima disponible es insuficiente para superarla. Esto se conoce generalmente como la operación en la **región de mando invertido** o que opera en la **parte trasera de la curva de potencia.**

Debido a que la aproximación final por encima de obstáculos se hace en un ángulo de aproximación relativamente empinado y cerca de la velocidad de pérdida del avión, el inicio de la recogida o flare se debe juzgar con precisión para evitar volar hacia el suelo, o entrar en pérdida prematuramente y se hundirse rápidamente. La ausencia de flotación durante el flare, con suficiente control para tocar correctamente, es una prueba de que la velocidad de aproximación era correcta.

La toma debe ocurrir a la velocidad mínima controlable con el avión en una actitud de cabeceo aproximada que se producirá una pérdida sin potencia cuando se cierre el acelerador. Se debe tener cuidado para evitar cerrar el acelerador demasiado rápido antes de que el piloto esté listo para la toma, ya que cerrar el acelerador puede resultar en un aumento inmediato de la velocidad de descenso y un aterrizaje duro.

Al momento del aterrizaje, el avión se debe mantener en una actitud de cabeceo positiva mientras los elevadores siguen siendo efectivos. Esto proveerá frenado aerodinámico para ayudar en la desaceleración.

Inmediatamente después de la toma, y cerrado el acelerador, se debe aplicar el freno adecuado para minimizar la carrera después del aterrizaje. El avión debe detenerse en la distancia más corta posible compatible con la seguridad y controlabilidad. Si se ha mantenido la velocidad de aproximación adecuada, lo que resulta en mínima flotación durante el flare, y la toma hecha a velocidad mínima de control, se requerirá un frenado mínimo.

Errores comunes al realizar aproximaciones y aterrizajes en campo corto son:

- Falla al no dejar suficiente espacio en final para establecer la aproximación, lo que exige una aproximación excesivamente empinada y alto régimen de descenso.
- Aproximación no estabilizada.
- Retraso indebido para iniciar las correcciones en la senda de planeo.

- Velocidad en final demasiado baja lo que resulta en la incapacidad para recoger correctamente y un aterrizaje duro.
- Velocidad demasiado alta que resulta en flotación en el flare.
- Reducir prematuramente la potencia a ralentí en el flare resultando en un aterrizaje duro.
- Toma con velocidad excesiva.
- Frenado excesivo y/o innecesario después de la toma.
- Falla al mantener el control direccional.

APROXIMACIÓN Y ATERRIZAJE EN CAMPO BLANDO

Aterrizar en campos que tienen superficies desparejas o blandas, tales como nieve, arena, barro o hierba alta requiere procesos únicos. Cuando aterriza en tales superficies, el objetivo es aterrizar tan suave como sea posible, y a la menor velocidad de aterrizaje posible. El piloto debe controlar el avión de manera que las alas soporten el peso del avión tanto como sea práctico, para minimizar la resistencia y las tensiones impuestas al tren de aterrizaje por la superficie rugosa o blanda.

La aproximación para el aterrizaje en campo blando es similar a la aproximación normal utilizada para operar en zonas de aterrizaje largas y firmes. La principal diferencia entre los dos es que, durante el aterrizaje en campo blando, el avión se mantiene a 1 o 2 pies de la superficie en efecto suelo el mayor tiempo posible. Esto permite una disipación más gradual de la velocidad para permitir que las ruedas toquen suavemente a la velocidad mínima. La potencia puede ser usada durante toda la nivelación y toma de contacto para asegurar el aterrizaje a la velocidad más baja posible, y el avión debe ser *volado* hacia el suelo con todo el peso soportado por las alas. [Figura 8-24]

El uso de flaps durante los aterrizajes en campo blando ayudará a aterrizar a una velocidad mínima y se recomienda siempre que sea práctico. En los aviones de ala baja, los flaps pueden sufrir daños por el barro o piedras lanzados hacia arriba por las ruedas. Si se utilizan flaps, no es generalmente aconsejable retraerlos durante la carrera después del aterrizaje debido a que la necesidad de retraer los flaps es por lo general menos importante que la necesidad de una concentración total en el mantenimiento del control del avión.

La velocidad de aproximación final utilizada para aterrizajes en pista corta es igualmente adecuada para aterrizajes en campo blando. El uso de mayores velocidades de aproximación puede resultar en una flotación excesiva en efecto suelo, y la flotación hace aún más difícil una toma suave y controlada. No hay, sin embargo, razón para un ángulo de descenso empinado a menos que haya obstáculos presentes en la trayectoria de aproximación.

El aterrizaje en un campo blando o desparejo se debe hacer a la velocidad más baja posible con el avión en una actitud de cabeceo de nariz arriba. En los aviones con rueda de nariz, después de que las ruedas principales se apoyen en la superficie, el piloto debe mantener suficiente presión atrás de elevador para mantener la rueda de nariz fuera de la superficie. Usando presión atrás y potencia del motor, el piloto puede controlar la velocidad a la que el peso del avión se transfiere desde las alas a las ruedas.

Las condiciones del campo pueden justificar que el piloto mantenga una condición de vuelo en la que las ruedas principales toquen la superficie, pero el peso del avión todavía está soportado por las alas, hasta que se

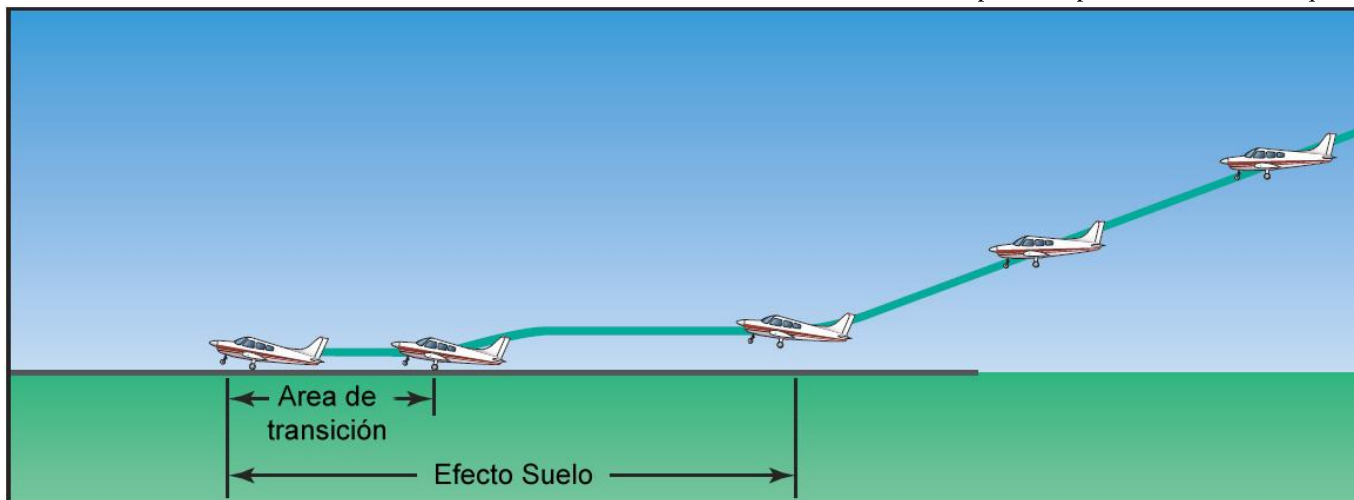


Figura 8-24. Aproximación y aterrizaje en campo blando/rugoso.

alcanza una superficie de rodaje adecuada. En cualquier momento durante esta fase de transición, antes de que el peso del avión sea soportado por las ruedas, y antes de que la rueda delantera esté en la superficie, el piloto debe ser capaz de aplicar máxima potencia y ejecutar un despegue seguro (si lo permite el franqueamiento de obstáculos y la longitud del campo) si opta por abandonar el aterrizaje. Una vez decidido a aterrizar, el piloto debe bajar suavemente la rueda de nariz a la superficie. Una ligera adición de potencia suele ayudar a bajar suave la rueda de nariz.

No es necesario el uso de frenos en un campo blando y se debe evitar, ya que puede imponer una fuerte carga sobre la rueda de nariz debido a un contacto prematuro o duro con la superficie de aterrizaje, haciendo que la rueda de nariz se entierre. La propia superficie blanda o rugosa proporcionará suficiente reducción en la velocidad del avión. A menudo encontrará que al aterrizar en un campo muy blando, será necesario que el piloto aumente la potencia para mantener el avión en movimiento y no quede atascado en la superficie blanda.

Errores comunes en la realización de aproximaciones y aterrizajes en campo blando son:

- Velocidad de descenso excesiva en la aproximación final.
- Exceso de velocidad en la aproximación final.
- Aproximación no estabilizada.
- Recogida muy alta sobre la superficie de la pista.
- Mala gestión de potencia durante el flare y toma.
- Toma dura.
- Control inadecuado de la transferencia de peso del avión de las alas a las ruedas después de la toma.
- Permitir que la rueda delantera "caiga" a la pista después del aterrizaje en lugar de controlar su descenso.

APROXIMACIÓN DE PRECISIÓN SIN POTENCIA

Las aproximaciones de precisión sin potencia son aproximaciones y aterrizajes efectuados planeando con el motor al ralentí, a través de una trayectoria específica hasta tocar más allá y dentro de los 60 metros de una línea designada o marca en la pista. El objetivo es inculcar en el piloto el juicio y los procedimientos necesarios para volar el avión con precisión, sin potencia, hasta un aterrizaje seguro.

La habilidad para estimar la distancia que un avión planea hasta un aterrizaje es la base real de todas las aproximaciones y aterrizajes de precisión sin potencia. Esto determinará en gran medida la cantidad de maniobras que se pueden hacer a partir de una altitud dada. Además de la habilidad para estimar la distancia, se requiere habilidad de mantener el planeo adecuado durante las maniobras del avión.

Con experiencia y práctica, se pueden estimar con bastante precisión altitudes de hasta aproximadamente 1,000 pies, mientras que por encima de este nivel la precisión para juzgar la altura por encima del suelo disminuye, ya que todas las características del terreno tienden a mezclarse. La mejor ayuda en el perfeccionamiento de la habilidad de juzgar la altura por encima de esta altitud es a través de las indicaciones del altímetro y asociarlas con el aspecto general de la Tierra.

El juicio de la altitud en pies, cientos de pies, o miles de pies no es tan importante como la capacidad para estimar el ángulo de planeo y su distancia resultante. El piloto que conoce el ángulo de planeo normal del avión puede estimar con precisión razonable, el lugar aproximado a lo largo de una trayectoria dada en el que el avión aterrizará, independientemente de la altitud. El piloto, que además tiene la habilidad para estimar con precisión la altitud, puede juzgar cuánta maniobra es posible durante el planeo, lo que es importante para la elección de las zonas de aterrizaje en caso de una emergencia real.

El objetivo de una buena aproximación final es descender en un ángulo que permita al avión alcanzar la zona de aterrizaje deseada, y a una velocidad que resultará en mínima flotación justo antes de la toma. Para lograr esto, es esencial que tanto el ángulo de descenso como la velocidad se controlen con precisión.

A diferencia de una aproximación normal cuando el ajuste de la potencia es variable, en una aproximación sin potencia ésta se fija en la posición de ralentí. La actitud de cabeceo se ajusta para controlar la velocidad. Esto también va a cambiar el ángulo de descenso o planeo. Bajando la nariz para mantener la velocidad de aproximación constante, el ángulo de descenso será más pronunciado. Si la velocidad es demasiado alta, levante la nariz, y cuando la velocidad es demasiado baja, baje la nariz. Si la actitud de cabeceo se eleva demasiado, el avión descenderá rápidamente debido a una velocidad lenta y sustentación insuficiente. Por esta razón, nunca trate de estirar un planeo para llegar al punto de aterrizaje deseado.

Los circuitos de aproximación tales como la aproximación sin potencia de 90°, 180° o 360° se describen más adelante en este capítulo. La práctica de estas aproximaciones proporciona al piloto una base

sobre la que desarrollar el juicio de la distancia de planeo y la planificación de una aproximación.

El procedimiento básico de estas aproximaciones consiste en reducir el acelerador a una altura dada, y planear a una posición clave. Esta posición, como el propio circuito, no debe convertirse en el objetivo principal; es simplemente un punto conveniente en el aire a partir del cual el piloto puede juzgar si el planeo terminará con seguridad en el lugar deseado. La posición clave seleccionada debe ser una que sea apropiada para la altitud disponible y la condición de viento. A partir de la posición clave, el piloto debe evaluar constantemente la situación.

Hay que destacar que, si bien los aterrizajes precisos son importantes, las aproximaciones y aterrizajes seguros y su correcta ejecución son vitales. El piloto nunca debe sacrificar una buena aproximación o aterrizaje solo para aterrizar en el punto deseado.

Aproximación sin potencia 90°

La aproximación sin potencia 90° se hace desde un tramo base y sólo requiere un viraje de 90° hacia la aproximación final. La trayectoria de aproximación se puede variar ubicando el tramo base más cerca o más lejos del extremo de la pista de aterrizaje de acuerdo con las condiciones del viento. [Figura 8-25]

El planeo desde la posición clave en el tramo base a través del viraje de 90° a la aproximación final es la parte final de todas las maniobras de aterrizaje de precisión.

La aproximación sin potencia 90° por lo general comienza a partir de un circuito rectangular a 1.000 pies aproximadamente sobre el suelo o a una altitud de circuito de tránsito normal. El avión debe ser volado a un tramo inicial a la misma distancia de la superficie de aterrizaje como en un circuito de tránsito normal. La lista de control antes del aterrizaje se debe completar en el tramo inicial, incluyendo la extensión del tren de aterrizaje si el avión está equipado con tren retráctil.

Después de completar un viraje medio hacia el tramo base, el acelerador se debe retrasar ligeramente y permitir a la velocidad disminuir a velocidad normal de tramo base. [Figura 8-26] En el tramo base, se debe mantener la velocidad, la corrección de la deriva del viento, y la altitud mientras procede a la posición clave a 45°. En esta posición, el punto de aterrizaje previsto parecerá estar en un ángulo de 45° con respecto a la nariz del avión.

El piloto puede determinar la fuerza y dirección del viento a partir de la cantidad de corrección necesaria para mantener la derrota deseada en el tramo básico. Esto ayudará a planificar el viraje a final y en la extensión de la cantidad correcta de flaps.

En la posición clave a 45°, el acelerador debe ser reducido por completo, el control de la hélice (si está instalado) avanzado a la posición de máximas r.p.m., y la altitud mantenida hasta que la velocidad disminuya a la velocidad de planeo recomendada por el fabricante. En ausencia de una velocidad recomendada, utilice 1,4

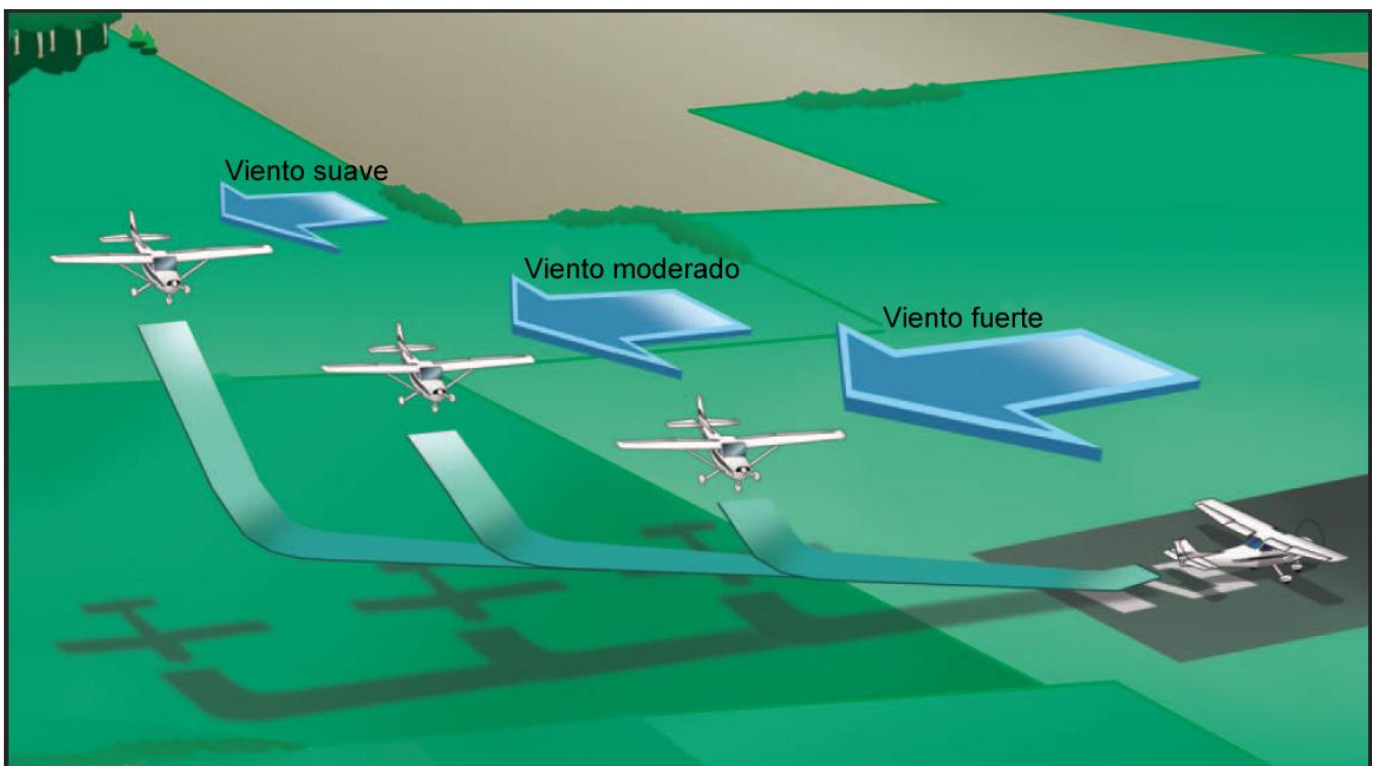


Figura 8-25. Planifique el tramo base por las condiciones del viento.

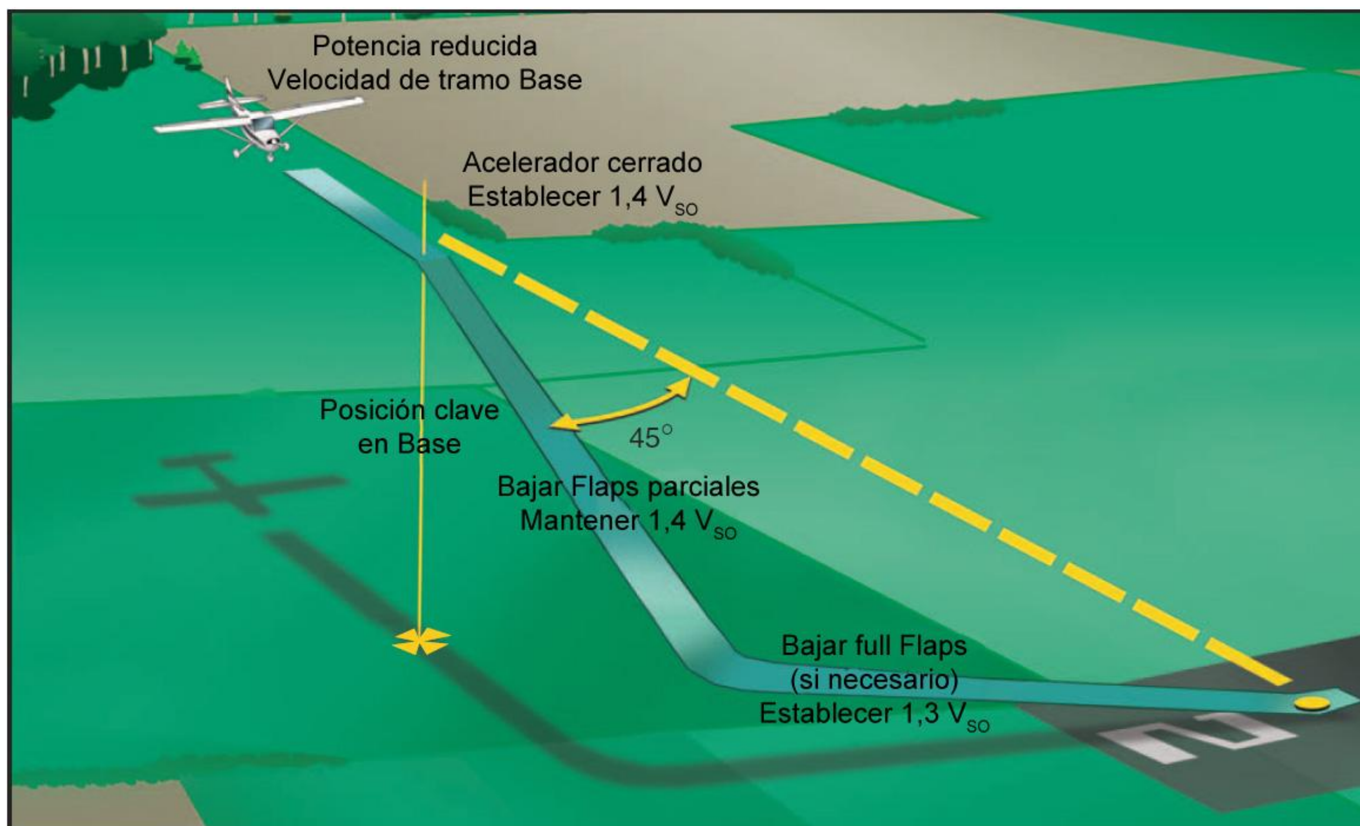


Figura 8-26. Aproximación sin potencia de 90°.

V_{SO}. Cuando se alcanza esta velocidad, se debe bajar la nariz para mantener la velocidad de planeo y los controles compensados.

El viraje de base a final debe ser planificado y realizado de manera que al terminar el viraje el avión esté alineado con el eje de la pista. Cuando está en aproximación final, se bajan los flaps y se ajusta la actitud de cabeceo, según sea necesario, para establecer el ángulo de descenso y velocidad (1,3 V_{SO}) apropiados, luego se compensan los controles. Pueden ser necesarios pequeños ajustes en la actitud de cabeceo o los flaps para controlar el ángulo de planeo y velocidad. Sin embargo, NUNCA TRATE DE ESTIRAR EL PLANEO O RETRAER LOS FLAPS para alcanzar el punto de aterrizaje deseado. La aproximación final se puede hacer con o sin el uso de deslizamientos.

Después de que se ha establecido el planeo final, entonces le da toda su atención a hacer un buen aterrizaje seguro en lugar de concentrarse en el punto de aterrizaje seleccionado. La posición del tramo base y el ajuste de flaps ya determinaron la probabilidad de aterrizar en el punto. En cualquier caso, es mejor ejecutar un buen aterrizaje a 200 pies del punto que hacer un pobre de aterrizaje, precisamente en el punto.

Aproximación sin potencia 180°

La aproximación sin potencia 180º se ejecuta planeando sin potencia desde un punto dado en el tramo inicial hasta un lugar de aterrizaje seleccionado. [Figura 8-27] Es una extensión de los principios involucrados en la aproximación sin potencia de 90° recién descripta. Su objetivo es desarrollar aun más el juicio en la estimación de las distancias y relación de planeos, en que se vuela el avión sin potencia desde una mayor altitud y por medio de un viraje de 90° para alcanzar la posición de tramo base a la altura adecuada para ejecutar la aproximación de 90°.

La aproximación sin potencia de 180º requiere más planificación y criterio que el método de aproximación sin potencia de 90°. En la ejecución de aproximación sin potencia de 180°, el avión se vuela a favor del viento en un rumbo paralelo a la pista de aterrizaje. La altura desde la que se debe iniciar este tipo de aproximación varía según el tipo de avión, pero por lo general no debe superar los 1.000 pies sobre el suelo, excepto con grandes aviones. Se requiere una mayor precisión en las maniobras y para juzgar a mayores alturas.

Cuando está en el lado opuesto al punto de aterrizaje deseado, de debe reducir el acelerador y mantener la altitud mientras desacelera a la velocidad de planeo

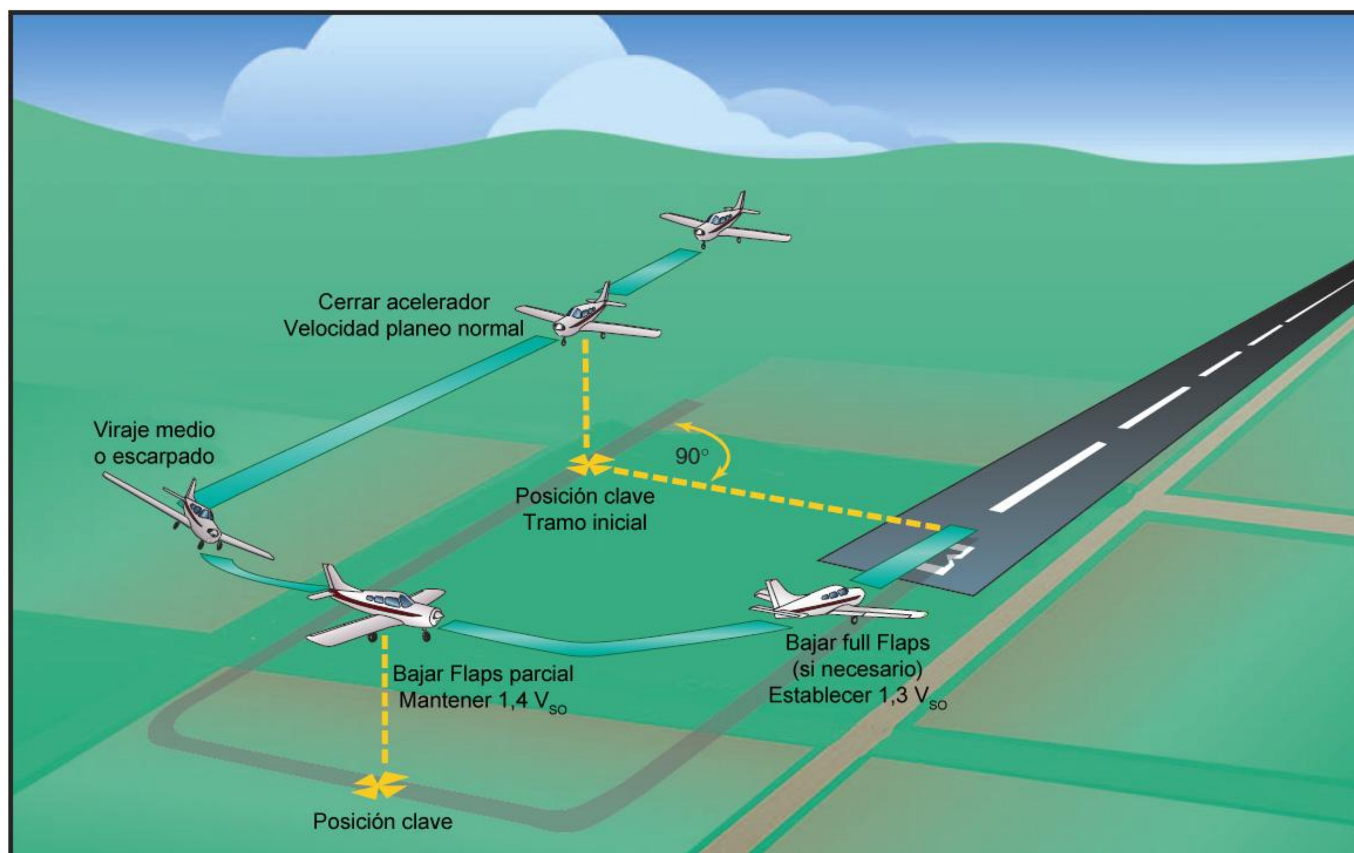


Figura 8-27. Aproximación sin potencia de 180°.

recomendada por el fabricante, o 1,4 V_{SO}. El punto en el que se reduce el acelerador es la posición clave en inicial.

El viraje desde el tramo inicial al tramo base debe ser un viraje uniforme medio o ligeramente más empinado. El grado de alabeo y la cantidad de este viraje inicial dependerá del ángulo de planeo del avión y la velocidad del viento. Una vez más, el tramo base debe posicionarse por la altitud o condiciones de viento. Ubique el tramo base para conservar o disipar altitud con el fin de alcanzar el punto de aterrizaje deseado.

El viraje al tramo base debe hacerse a una altura lo suficientemente alta y cercana para permitir al avión planear a lo que normalmente sería la posición clave en base en una aproximación sin potencia de 90°.

Aunque la posición clave es importante, no hay que exagerar ni considerarla como un punto fijo en el suelo. Muchos pilotos sin experiencia pueden tener una concepción de la misma como una marca en particular, como un árbol, cruce de caminos, u otra referencia visual, que se alcanzará a una cierta altitud. Esto resultará en una concepción mecánica y dejará al piloto totalmente perdido cuando tales objetos no estén presentes. Tanto la altitud como la ubicación geográfica deben ser variadas tanto como sea práctico para eliminar dicha concepción. Después de alcanzar la posición clave de base, la aproximación y el aterrizaje son iguales que en la aproximación sin potencia de 90°.

Aproximación sin potencia 360°

La aproximación sin potencia de 360° es una en la que el avión planea a través de un cambio de 360° en la dirección hacia el punto de aterrizaje seleccionado. El circuito completo se ha diseñado para ser circular, pero el viraje puede ser disminuido, aumentado, o descontinuado en cualquier momento para ajustar la precisión de la trayectoria de vuelo.

La aproximación de 360° se inicia desde el extremo de aproximación de la pista de aterrizaje o un poco hacia un lado de la misma, con el avión en dirección a la del aterrizaje propuesto y el tren de aterrizaje y los flaps retraídos.[Figura 8-28]

Por lo general se inicia a partir de 2.000 pies o más por encima de la tierra, donde el viento puede variar significativamente del que hay a altitudes más bajas. Esto debe tenerse en cuenta cuando maniobra el avión hasta un punto desde el cual se puede completar una aproximación sin potencia de 90° ó 180°.

Después de reducir el acelerador encima del punto de aterrizaje previsto, se debe establecer inmediatamente la velocidad de planeo adecuada, y realizar un viraje medio en la dirección deseada con el fin de llegar a la

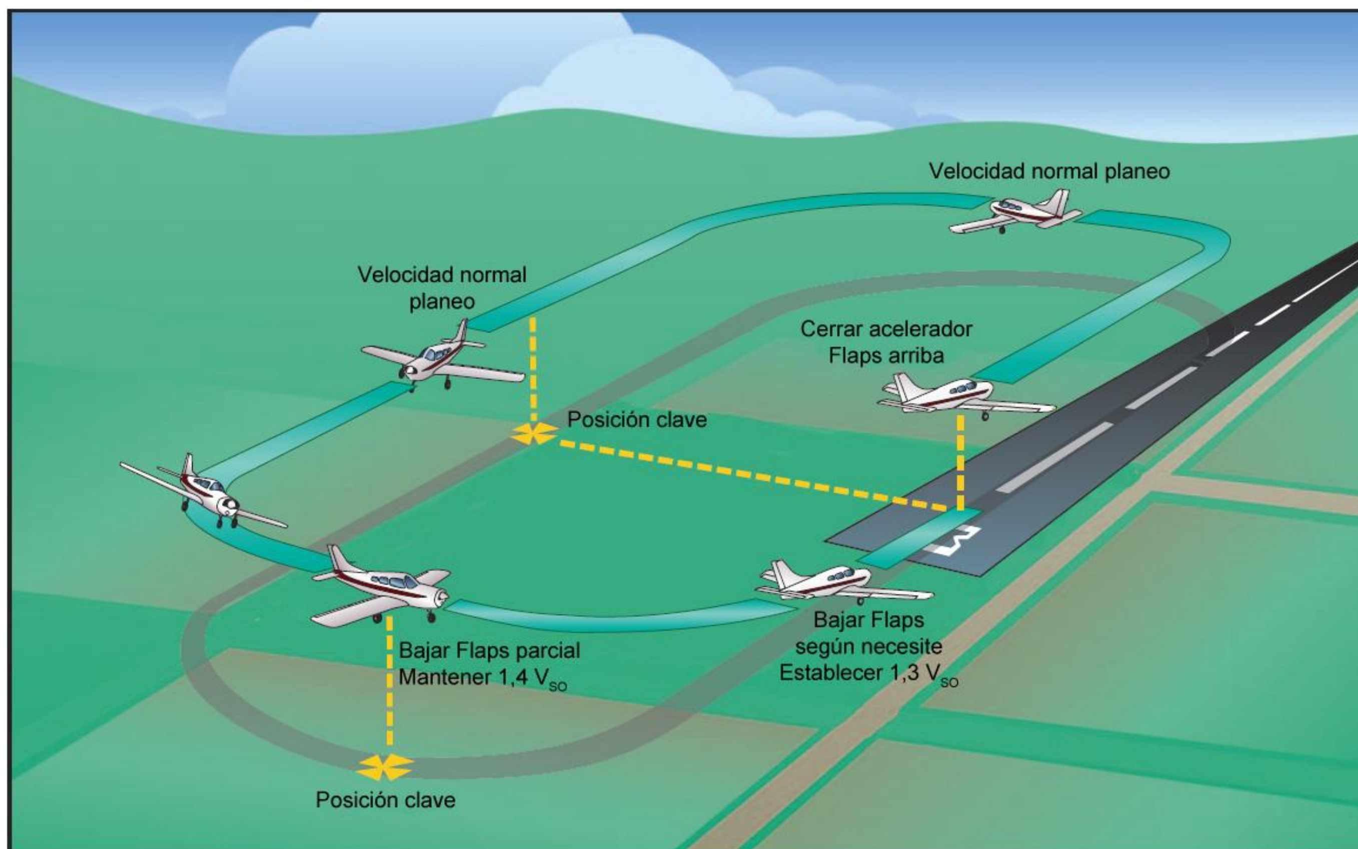


Figura 8-28. Aproximación sin potencia de 360°.

posición clave inicial, opuesto al punto de aterrizaje previsto. Desde la posición clave inicial, se puede extender el tren de aterrizaje si el avión está equipado con tren retráctil. La altitud en la posición clave inicial debe ser de aproximadamente 1.000 a 1.200 pies sobre el suelo.

Después de llegar a ese punto, se debe continuar el viraje para llegar a la posición clave del tramo base, a una altitud de unos 800 pies por encima del terreno. Los flaps pueden utilizarse en esta posición, si es necesario, pero no se deben usar full flaps hasta que se establece en la aproximación final.

El ángulo de alabeo se puede variar durante todo el circuito según sea necesario para corregir por las condiciones del viento y para alinear el avión con la aproximación final. El viraje a final debe ser completado a una altitud mínima de 300 pies por encima del terreno.

(Nota del traductor: en Argentina, la aproximación de 360° se realiza siguiendo un circuito triangular realizando un viraje, al iniciar la maniobra, de 135° y luego se realiza otro viraje de 135° para incorporarse al tramo base; desde allí la maniobra continua como una aproximación sin potencia de 90°.)

Errores comunes en la realización de aproximaciones sin potencia son:

- Tramo inicial demasiado lejos de la pista/área de aterrizaje.
- Extender demasiado el tramo inicial debido al viento de cola.
- Compensación insuficiente por la deriva del viento en el tramo base.
- Virajes derrapados en un intento de aumentar la distancia de planeo.
- Falla al bajar el tren de aterrizaje en los aviones con tren retráctil.
- Intento de "estirar" el planeo al quedarse corto.
- Extensión prematura de flaps/tren de aterrizaje.
- Uso del acelerador para aumentar el planeo en lugar de simplemente limpiar el motor.
- Forzar el avión a la pista para evitar pasar el lugar de aterrizaje designado.

APROXIMACIONES Y ATERRIZAJES EN EMERGENCIA (SIMULADOS)

De vez en cuando, el instructor debe simular aterrizajes de emergencia retardando el acelerador y diciendo

"aterrizaje de emergencia simulado." El objetivo de estos aterrizajes de emergencia simulados es desarrollar la precisión del piloto, el juicio, la planificación, los procedimientos, y la confianza cuando hay poca o ninguna potencia disponible.

Un aterrizaje de emergencia simulado se puede dar con el avión en cualquier configuración. Cuando el instructor dice "aterrizaje de emergencia simulado," el piloto debe establecer de inmediato la actitud de planeo y asegurarse de que los flaps y el tren de aterrizaje se encuentran en la configuración adecuada para la situación existente. Cuando se alcanza la velocidad de planeo correcta, se debe bajar la nariz y compensar el avión para mantener esa velocidad.

Se debe mantener una velocidad de planeo constante porque las variaciones en la velocidad de planeo anulan todos los intentos de precisión al juzgar la distancia de planeo y el lugar de aterrizaje. Las variables, tales como altitud, obstrucciones, dirección del viento, dirección del aterrizaje, gradiente y superficie de aterrizaje y requerimiento de distancia de aterrizaje del avión determinarán los procedimientos de aproximación y trayectoria a usar.

Utilizando cualquier combinación de maniobras de planeo normales, desde alas niveladas a espirales, el piloto debe llegar eventualmente a la posición clave normal a una altitud normal de circuito de tránsito para la zona de aterrizaje seleccionada. Desde este punto, la aproximación será lo más parecida posible, a una aproximación normal sin potencia. [Figura 8-29]

Con la mayor variedad de campos que ofrece una mayor altitud, el piloto inexperto puede inclinarse por retrasar la toma de una decisión, y con una considerable altitud en la que maniobrar, se pueden desarrollar errores en las maniobras y en la estimación de la distancia de planeo.

Todos los pilotos deben aprender a determinar la dirección del viento y estimar la velocidad por la manga de viento del aeródromo, el humo de las fábricas o casas, polvo, incendios de malezas, y molinos de viento.

Una vez que se ha seleccionado un campo, el alumno siempre debe estar obligado a indicarlo al instructor. Normalmente, el alumno debe estar obligado a planear y volar un circuito para aterrizar en el primer campo elegido hasta que el instructor termina el aterrizaje de emergencia simulado. Esto le dará al instructor la oportunidad de explicar y corregir cualquier error; también le dará al alumno la oportunidad de ver los resultados de los errores. Sin embargo, si el alumno se da cuenta durante la aproximación que ha seleccionado un mal campo (uno que obviamente resultará en

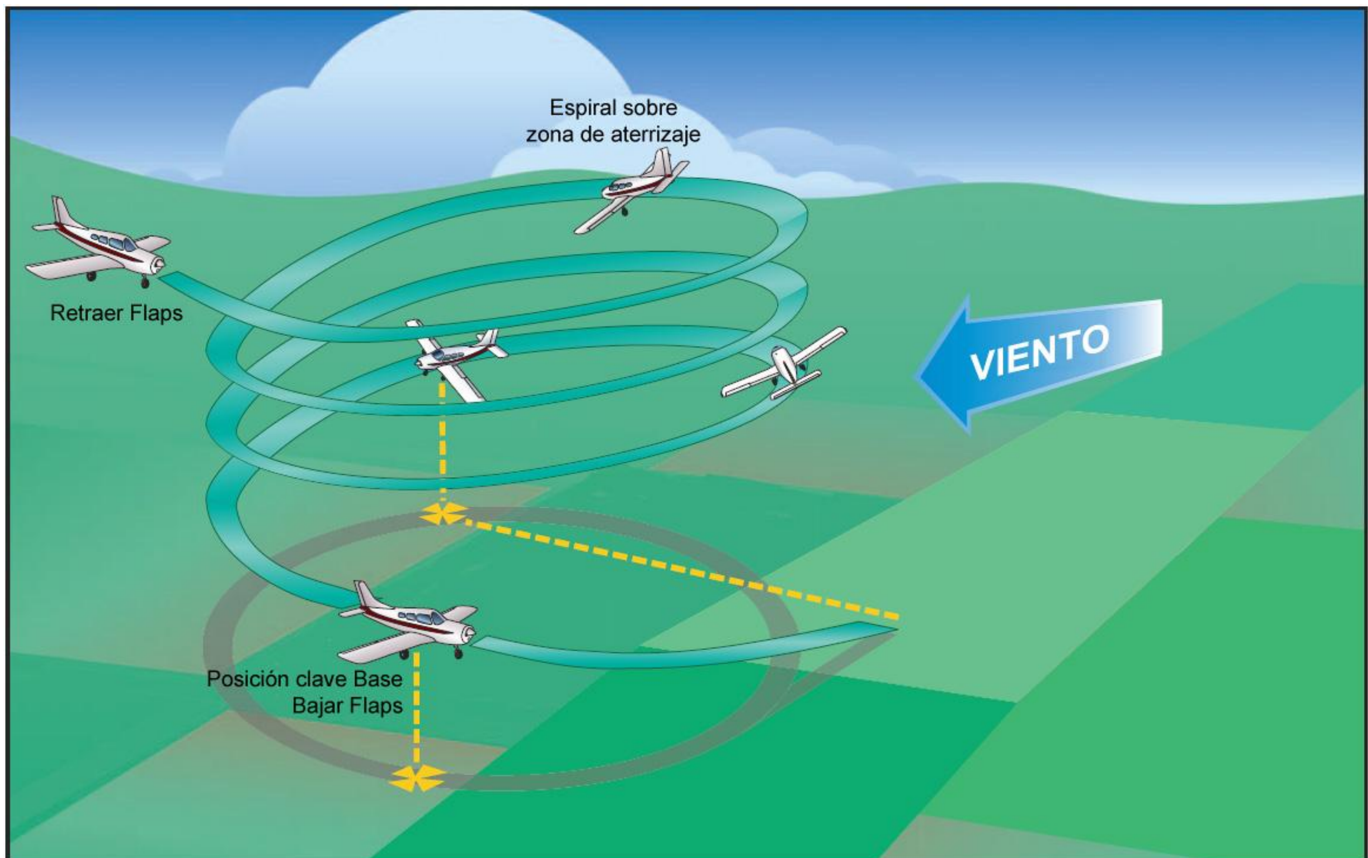


Figura 8-29. Permanezca sobre el área de aterrizaje seleccionada.

desastre si se hiciera el aterrizaje) y hay un campo más ventajoso dentro de la distancia de planeo, se debe permitir un cambio al mejor campo. Los riesgos involucrados en estas decisiones de último momento, como maniobras excesivas a altitudes muy bajas, se debe explicar a fondo por el instructor.

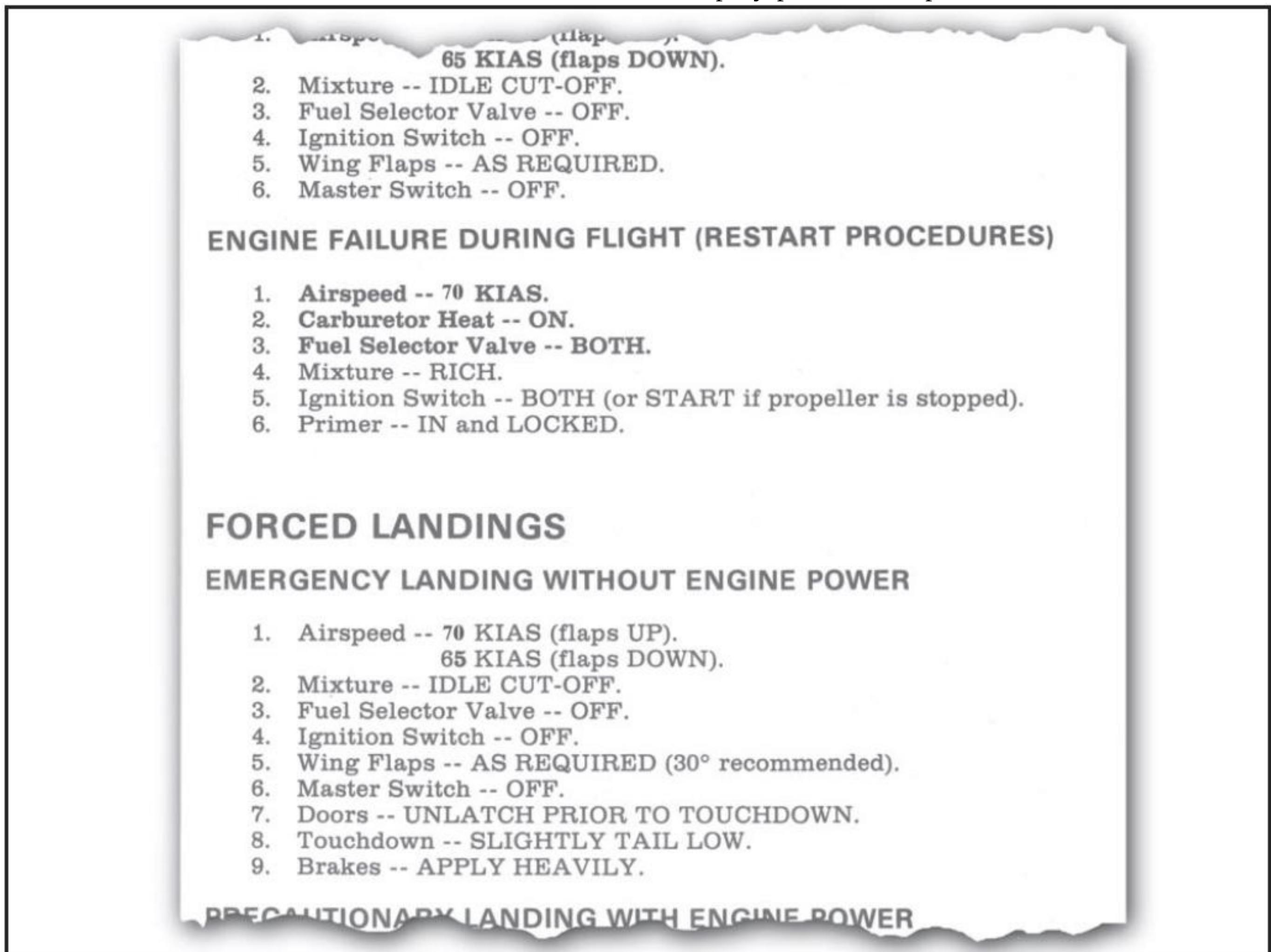
Como formas de corregir un error al juzgar la altitud o el ángulo de planeo deben indicarse, deslizar el avión, usar flaps, variar la posición del tramo base, y variar el viraje a la aproximación final.

El afán de bajar es una de las fallas más comunes de los pilotos sin experiencia durante los aterrizajes de emergencia simulados. Al dar forma a esto, se olvidan de la velocidad y llegan al borde del campo con demasiada velocidad para permitir un aterrizaje seguro. El exceso de velocidad puede ser tan peligroso como demasiado poca; resulta en excesiva flotación y pasar el punto de aterrizaje deseado. Se debe remarcar a los alumnos que no pueden picar sobre un campo y esperar aterrizar en él.

Durante todos los aterrizajes de emergencia simulados, el motor se debe mantener caliente y limpio. Durante un aterrizaje de emergencia simulado, ya sea el instructor o el alumno debe tener un control total del acelerador. No debe haber ninguna duda en cuanto a quién tiene el control, ya que muchos accidentes se han producido debido a tales malentendidos.

Cada aproximación para el aterrizaje de emergencia simulado debe terminar tan pronto como se pueda determinar que se podría haber hecho un aterrizaje seguro. En ningún caso deberá continuarse hasta un punto donde pueda crear un riesgo indebido o molestia para las personas o bienes sobre el terreno.

Además de volar el avión desde el punto de falla de motor simulada a donde se podría hacer un aterrizaje seguro razonable, el alumno también debe aprender ciertos procedimientos de cabina en emergencia. Debe desarrollarse el hábito de realizar estos procedimientos de cabina hasta el punto de que, cuando se produce realmente un fallo de motor, el alumno compruebe los elementos críticos que serían necesarios para hacer el motor funcionar de nuevo mientras selecciona un campo y planifica la aproximación. Combinar las dos


65 KIAS (flaps DOWN).
2. Mixture -- IDLE CUT-OFF.
3. Fuel Selector Valve -- OFF.
4. Ignition Switch -- OFF.
5. Wing Flaps -- AS REQUIRED.
6. Master Switch -- OFF.

ENGINE FAILURE DURING FLIGHT (RESTART PROCEDURES)

1. **Airspeed -- 70 KIAS.**
2. **Carburetor Heat -- ON.**
3. **Fuel Selector Valve -- BOTH.**
4. Mixture -- RICH.
5. Ignition Switch -- BOTH (or START if propeller is stopped).
6. Primer -- IN and LOCKED.

FORCED LANDINGS

EMERGENCY LANDING WITHOUT ENGINE POWER

1. Airspeed -- 70 KIAS (flaps UP).
   65 KIAS (flaps DOWN).
2. Mixture -- IDLE CUT-OFF.
3. Fuel Selector Valve -- OFF.
4. Ignition Switch -- OFF.
5. Wing Flaps -- AS REQUIRED (30° recommended).
6. Master Switch -- OFF.
7. Doors -- UNLATCH PRIOR TO TOUCHDOWN.
8. Touchdown -- SLIGHTLY TAIL LOW.
9. Brakes -- APPLY HEAVILY.

PRECAUTIONARY LANDING WITH ENGINE POWER

Figura 8-30. Ejemplo de lista de verificación en emergencia.

operaciones (cumplir con los procedimientos de emergencia y planificar y volar la aproximación) va a ser difícil para el alumno durante el entrenamiento inicial de aterrizajes de emergencia.

Hay pasos y procedimientos definidos que deben seguirse en un aterrizaje de emergencia simulado. Aunque pueden diferir ligeramente de los procedimientos utilizados en una emergencia real, deben ser aprendidos a fondo por el alumno, y cada paso nombrado por el instructor. Se recomienda el uso de una lista de verificación. La mayoría de los fabricantes de aviones ofrecen una lista de verificación con los elementos apropiados. [Figura 8-30]

Los elementos críticos que deben controlarse deben incluir la posición del selector de tanque de combustible, la cantidad de combustible en el tanque seleccionado, el indicador de presión de combustible para ver si se necesita la bomba de combustible eléctrica, la posición del control de mezcla, la posición del selector de magnetos, y el uso de calefactor del carburador. Se han hecho muchos aterrizajes de emergencia reales para más tarde encontrarse que es el resultado de la válvula selectora de combustible posicionada a un tanque vacío mientras que el otro tanque tenía un montón de combustible. Puede ser prudente cambiar la posición de la válvula selectora de combustible a pesar de que el indicador de combustible indica que hay combustible en todos los tanques, porque los indicadores de combustible pueden ser inexactos. Muchos aterrizajes de emergencia reales podrían haberse evitado si los pilotos hubieran desarrollado el hábito de revisar estos elementos críticos durante el entrenamiento de vuelo.

La instrucción en los procedimientos de emergencia no debe limitarse a los aterrizajes de emergencia simulados causados por fallas de potencia. Otras emergencias asociadas a la operación del avión deben ser explicadas, demostradas, y practicadas, si es posible. Entre estas emergencias hay hechos tales como incendios en vuelo, fallas en el sistema eléctrico o hidráulico, condiciones climáticas severas inesperadas, sobrecalentamiento del motor, agotamiento inminente del combustible, y la operación de los sistemas y equipos del avión en emergencia.

APROXIMACIONES Y ATERRIZAJES ERRONEOS

Aproximación final baja

Cuando el tramo base es muy bajo, se usa potencia insuficiente, se extienden flaps prematuramente, o se juzga mal la velocidad del viento, se puede perder suficiente altitud, lo que hará que el avión esté muy por debajo de la trayectoria de aproximación final adecuada. En tal situación, el piloto tendría que aplicar considerable potencia para volar el avión (a una altitud demasiado baja) hasta el umbral de la pista. Cuando se da cuenta de que no se puede llegar a la pista si no se toman las medidas adecuadas, se debe aplicar potencia inmediatamente para mantener la velocidad, mientras se aumenta la actitud de cabeceo para aumentar la sustentación y detener el descenso. Cuando se intercepta la senda de aproximación adecuada, se debe restablecer la actitud de aproximación correcta y

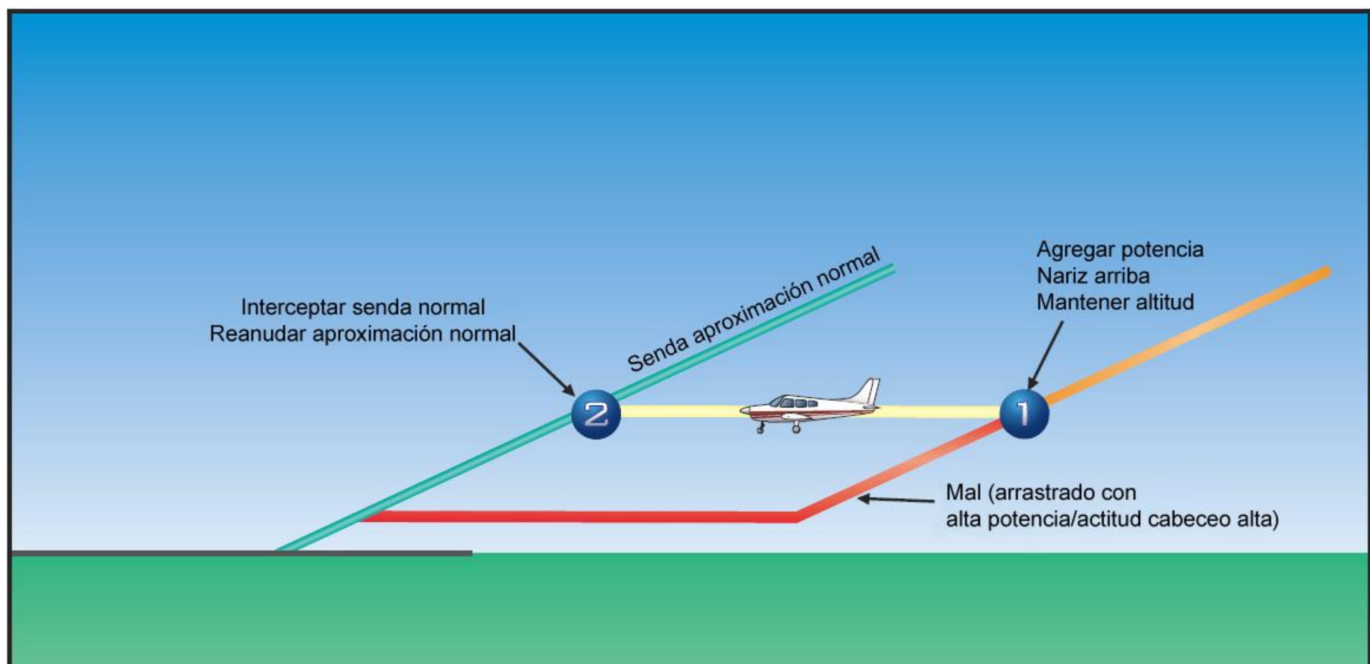


Figura 8-31. Métodos correctos e incorrectos de corregir una baja aproximación final.

reducir la potencia y mantener una aproximación estabilizada. [Figura 8-31] NO aumente la actitud de cabeceo sin aumentar la potencia, ya que el avión se desacelerará rápidamente y puede acercarse al ángulo de ataque crítico y entrar en pérdida. NO retraiga los flaps; esto disminuirá la sustentación repentinamente y provocará que el avión se hunda más rápidamente. Si hay alguna duda sobre si la aproximación se completará de forma segura, es recomendable EJECUTAR DE INMEDIATO UN ESCAPE.

Aproximación final alta

Cuando la aproximación final es demasiado alta, baje los flaps según se requiera. Además puede ser necesaria una reducción de la potencia, mientras baja la nariz simultáneamente para mantener la velocidad de aproximación y empinar la trayectoria de aproximación. [Figura 8-32] Cuando se ha interceptado la senda de aproximación adecuada, ajuste la potencia como sea necesario para mantener una aproximación estabilizada. Al aumentar la pendiente de la senda de aproximación, sin embargo, se debe tener cuidado de que el descenso no se traduzca en una tasa de descenso excesivamente alta. Si se mantiene una alta tasa de descenso cerca de la superficie, puede ser difícil reducir el régimen a uno adecuado antes del contacto con el suelo. Cualquier régimen de descenso superior a 800-1.000 pies por minuto se considera excesivo. Se debe iniciar una aproximación frustrada si la tasa de descenso se hace excesiva.

Aproximación final lenta

Cuando el avión se vuela a una velocidad menor que la normal en la aproximación final, será difícil para el piloto juzgar de la tasa de descenso y la altura de recogida (flare). Durante una aproximación excesivamente lenta, el ala está operando cerca del ángulo de ataque crítico y, en función del uso del control y los cambios de actitud de cabeceo, el avión puede entrar en pérdida o hundirse rápidamente, tomando tierra con un fuerte impacto.

Cuando se nota una aproximación a baja velocidad, el piloto debe aplicar potencia para acelerar el avión y aumentar la sustentación para reducir la tasa de descenso y evitar una pérdida. Esto se debe hacer mientras todavía está a una altura lo suficientemente alta como para restablecer la velocidad y la actitud correcta. Si está muy lento y demasiado bajo, lo mejor es ejecutar una aproximación frustrada.

Uso de potencia

La potencia puede ser utilizada con eficacia durante la aproximación y flare para compensar errores de juicio. La potencia se puede añadir para acelerar el avión para aumentar la sustentación sin aumentar el ángulo de ataque; de esta manera, se puede frenar el descenso a un ritmo aceptable. Si se ha alcanzado la actitud de aterrizaje adecuada y el avión está ligeramente alto, la actitud de aterrizaje debe mantenerse constante y agregar suficiente potencia para ayudar a suavizar la toma. Después de que el avión haya aterrizado, será necesario cerrar el acelerador para eliminar el empuje y sustentación adicional y el avión permanecerá en tierra.

Recogida alta

A veces, cuando el avión parece que deja momentáneamente de moverse hacia abajo, la recogida (flare) se ha hecho demasiado rápido y el avión está volando nivelado, muy alto sobre la pista. Continuar el flare reduciría aún más la velocidad, resultando en un

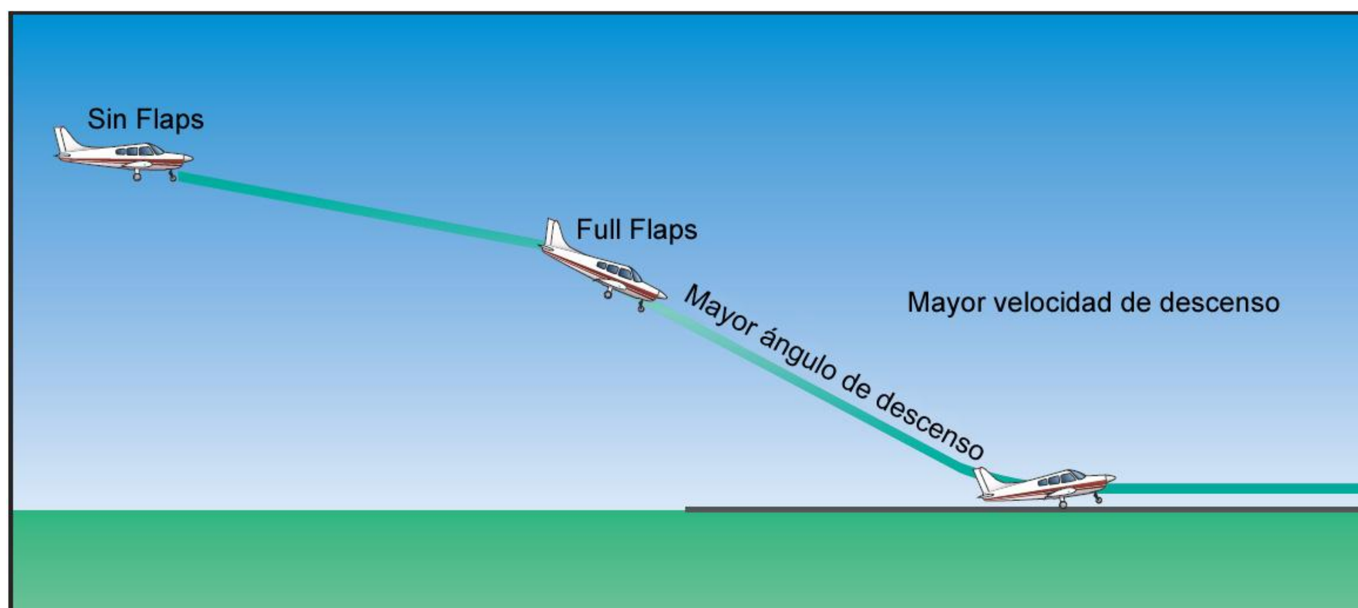


Figura 8-32. Cambio en la senda de descenso e incremento del régimen de descenso por una alta aproximación final.

aumento del ángulo de ataque hasta el ángulo crítico. Esto daría lugar a que el avión entre en pérdida y caiga duramente sobre la pista. Para evitar esto, la actitud de cabeceo debe mantenerse constante hasta que el avión desacelera lo suficiente para empezar de nuevo a descender. Luego se puede continuar la recogida para establecer la actitud adecuada de aterrizaje. Este procedimiento se debe utilizar sólo cuando tiene velocidad adecuada. Puede ser necesario añadir una pequeña cantidad de potencia para evitar que la velocidad disminuya excesivamente y evitar la pérdida de sustentación demasiado rápidamente.

Aunque la presión atrás de elevador puede relajarse ligeramente, la nariz no debería bajar una cantidad perceptible para hacer descender el avión cuando está cerca de la pista, a menos que se añada un poco de potencia momentáneamente. La disminución de sustentación momentánea que resultaría de bajar la nariz y disminuir el ángulo de ataque puede ser tan grande que el avión podría tocar el suelo con la rueda de nariz primero, la cual podría colapsar.

Cuando se alcanza la actitud de aterrizaje adecuada, el avión se está acercando a una pérdida porque la velocidad está disminuyendo y se está aproximando al ángulo de ataque crítico, a pesar de que la actitud de cabeceo ya no se está aumentando. [Figura 8-33]

Se recomienda que se ejecute una aproximación frustrada en cualquier momento que parezca que la nariz debe ser bajada de manera significativa o que el aterrizaje es de manera incierta.

Recogida tardía o rápida

Iniciar la recogida demasiado tarde o tirando del mando de elevador demasiado rápido para evitar que el avión aterrice prematuramente puede imponer un factor de carga muy grande en las alas y provocar una pérdida acelerada.

Aumentar repentinamente el ángulo de ataque y entrar en pérdida durante un flare es una situación peligrosa, ya que puede provocar que el avión aterrice extremadamente duro sobre el tren de aterrizaje principal, y luego rebotar hacia el aire. Al tocar el suelo, la cola se verá forzada hacia abajo muy rápidamente por la presión atrás de elevador y por la inercia que actúa hacia abajo sobre la cola.

La recuperación de esta situación requiere la aplicación pronta y positiva de potencia antes de la pérdida. Esto puede ir seguido de un aterrizaje normal si hay suficiente pista disponible, de lo contrario el piloto deberá EJECUTAR UNA APROXIMACIÓN FRUSTRADA inmediatamente.

Si el flare es tardío, el tren de nariz puede golpear la pista de aterrizaje primero, haciendo que la nariz rebote hacia arriba. No se debe intentar forzar el avión de vuelta a tierra, debe ser ejecutada inmediatamente una aproximación frustrada.

Flotación durante el flare

Si la velocidad en la aproximación final es excesiva, por lo general resulta en que el avión flota. [Figura 8-34] Antes de que pueda tomar tierra, el avión puede haber pasado más allá del punto de aterrizaje deseado y la pista disponible puede ser insuficiente. Cuando desciende un avión en aproximación final para aterrizar en el punto correcto, habrá un apreciable aumento de la velocidad. La actitud correcta de toma no se puede establecer sin producir un ángulo de ataque y sustentación excesivos. Esto hará que el avión gane altura o haga un globo.

Cada vez que el avión flota, juzgar la velocidad, la altura, y la tasa de descenso debe ser especialmente

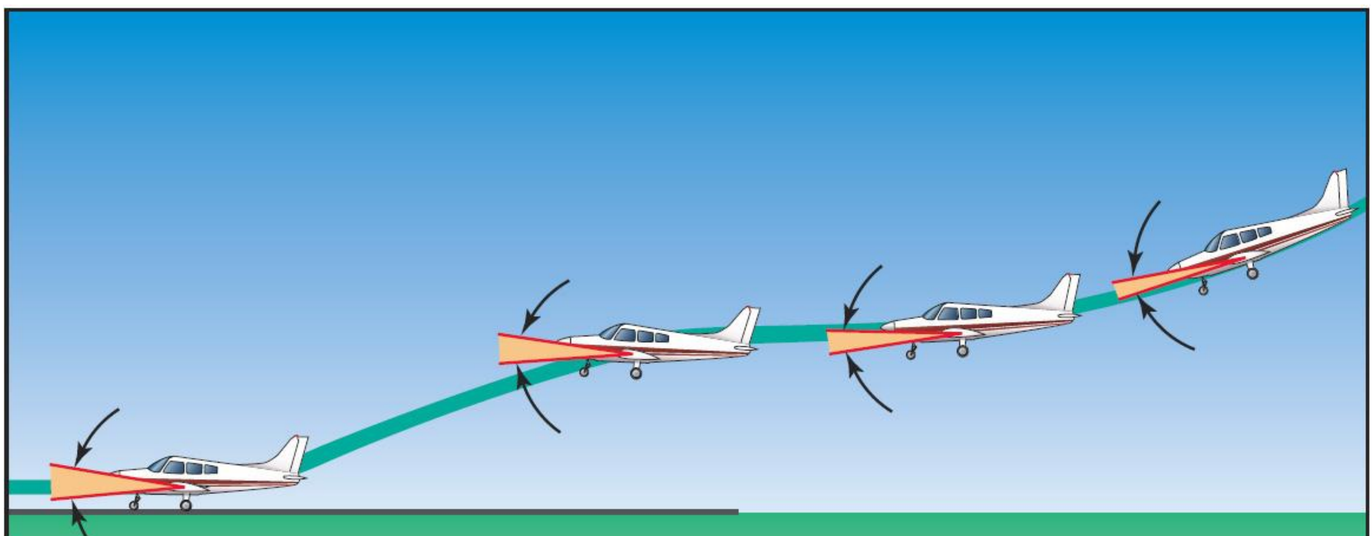


Figura 8-33. Recogida o flare muy alto.

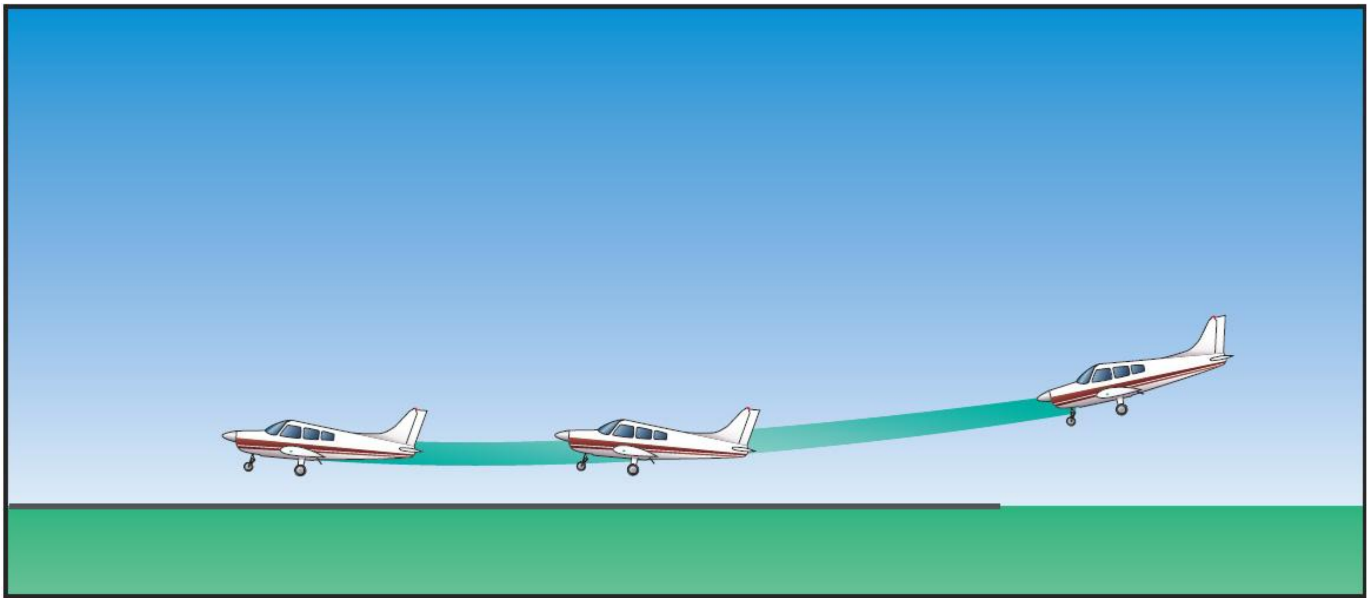


Figura 8-34. Flotación durante el flare.

agudo. El piloto debe, suave y gradualmente, ajustar la actitud de cabeceo al desacelerar el avión a la velocidad de toma de contacto y comienza a asentarse, para que la actitud adecuada de aterrizaje sea alcanzada en el momento de la toma de contacto. El más mínimo error en el juicio y el momento dará lugar a un globo o rebote.

La recuperación de la flotación dependerá de la cantidad de flotación y el efecto del viento cruzado, así como la cantidad de pista restante. Ya que una flotación prolongada utiliza una considerable longitud de pista, debe evitarse especialmente en pistas cortas o con fuertes vientos cruzados. Si no se puede realizar un aterrizaje en el primer tercio de la pista, o el avión deriva, el piloto debería EJECUTAR UNA APROXIMACIÓN FRUSTRADA.

Globo durante el flare

Si el piloto juzga mal la tasa de descenso durante un aterrizaje y piensa que el aeroplano está descendiendo más rápido de lo que debería, hay una tendencia a aumentar la actitud de cabeceo y el ángulo de ataque demasiado rápidamente. Esto no sólo se detiene el descenso, sino que en realidad se inicia un ascenso. Este ascenso durante el flare es conocido como globo. [Figura 8-35] Ascender como un globo puede ser peligroso debido a que la altura sobre el suelo es cada

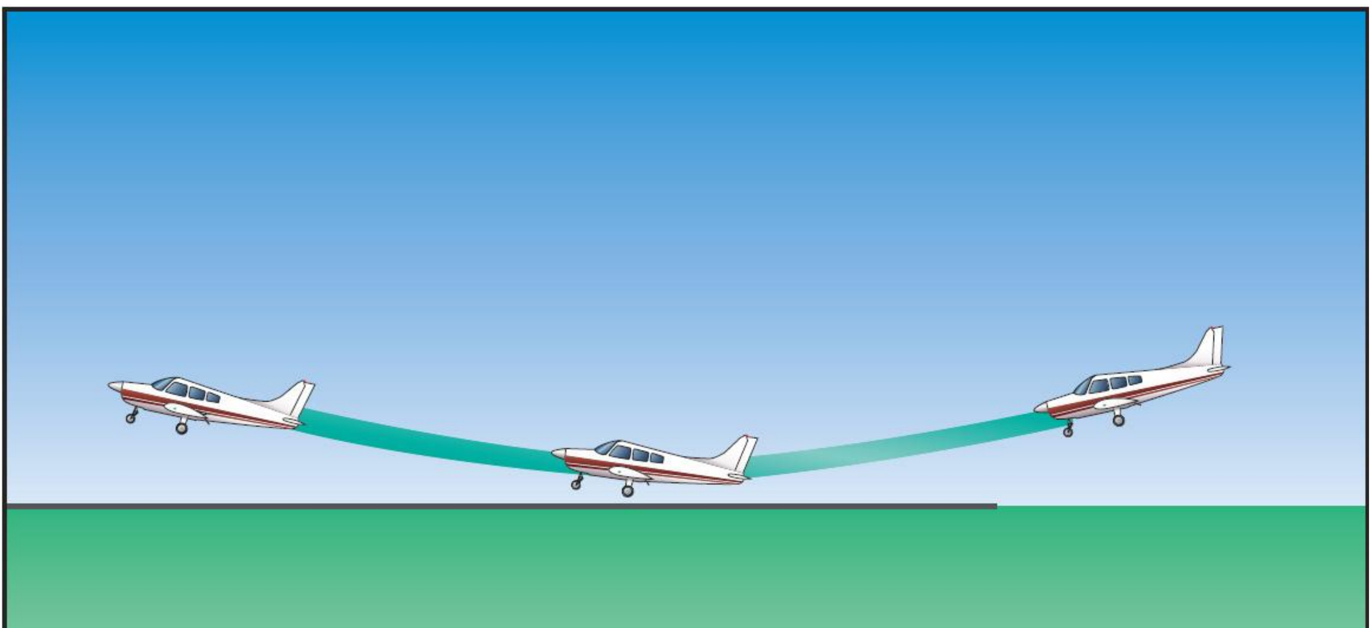


Figura 8-35. Globo durante el flare.

vez mayor y el avión puede estar acercándose rápidamente en una condición de pérdida. La altitud ganada en cada caso dependerá de la velocidad del avión o la velocidad con la que se aumenta la actitud de cabeceo.

Cuando el globo es leve, debe mantenerse una actitud de aterrizaje constante y permitir al avión desacelerar gradualmente y asentarse en la pista. Dependiendo de la gravedad del globo, el uso de acelerador puede ser útil para amortiguar el aterrizaje. Agregando potencia, se puede aumentar el empuje para evitar que la velocidad disminuya demasiado rápido y que las alas pierdan sustentación repentinamente, pero se debe cerrar el acelerador inmediatamente después de la toma. Recuerde que se creará torque al aplicar potencia; por lo tanto, será necesario utilizar presión de timón para mantener el avión recto al apoyarse en la pista.

Cuando el globo es excesivo, lo mejor es EJECUTAR UNA APROXIMACIÓN FRUSTRADA INMEDIATAMENTE; NO TRATE DE SALVAR EL ATERRIZAJE. Se debe aplicar potencia antes de que el avión entre en una condición de pérdida.

El piloto debe ser extremadamente cauteloso de hacer un globo cuando hay presente viento cruzado, porque la corrección de viento cruzado puede ser liberada inadvertidamente o puede llegar a ser inadecuada. Debido a la menor velocidad después del globo, el viento cruzado afecta más al avión. En consecuencia, el ala tendrá que ser bajada aún más para compensar el aumento de la deriva. Es imperativo que el piloto se asegure de que el ala apropiada esté hacia abajo y que el control direccional se mantenga con timón de dirección opuesto. Si hay alguna duda, o el avión comienza a derivar, EJECUTE UNA APROXIMACIÓN FRUSTRADA.

Rebote durante la toma

Cuando el avión toma tierra con un fuerte impacto como consecuencia de una actitud inadecuada o una excesiva tasa de descenso, tiende a rebotar al aire. Aunque los neumáticos del avión y los amortiguadores proporcionan algún tipo de acción de resorte, el avión no rebota como una pelota de goma. En cambio, rebota hacia el aire porque el ángulo de ataque del ala se incrementó abruptamente, produciendo una adición repentina de sustentación. [Figura 8-36]

El cambio abrupto en el ángulo de ataque es el resultado de la inercia forzando instantáneamente la cola del avión hacia abajo cuando las ruedas principales toman tierra bruscamente. La gravedad del rebote depende de la velocidad en el momento de la toma y el grado en que aumentó el ángulo de ataque o la actitud de cabeceo.

Ya que un rebote ocurre cuando el avión hace contacto con el suelo antes de alcanzar la actitud de toma apropiada, es casi invariablemente acompañada por la aplicación de presión atrás de elevador excesiva. Esto es generalmente el resultado de que el piloto se da cuenta demasiado tarde de que el avión no está en la actitud correcta e intenta establecerla justo cuando se produce el segundo toque.

La acción correctiva para un rebote es la misma que para el globo y depende de igual manera de su gravedad. Cuando es muy leve y no hay cambio brusco de la actitud de cabeceo del avión, se puede ejecutar un aterrizaje aplicando la suficiente potencia para amorti-

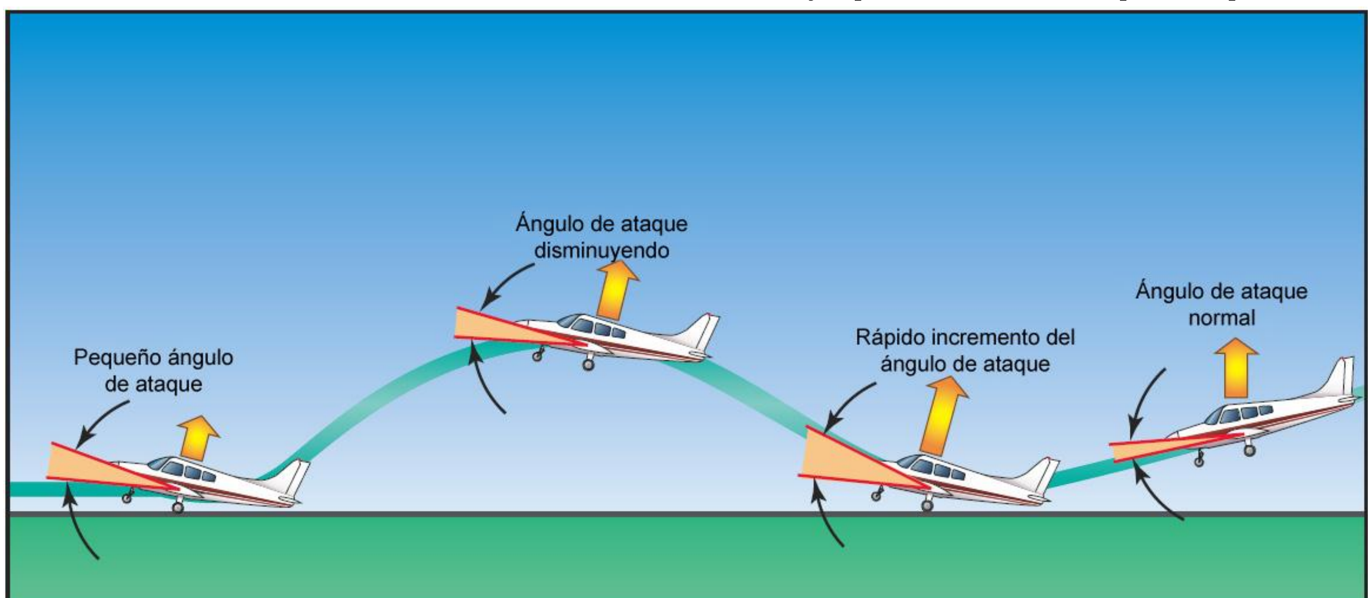


Figura 8-36. Rebote durante la toma.

guar la toma posterior, y suavemente ajustar el cabeceo a la actitud apropiada de aterrizaje.

En el caso de que tenga un leve rebote mientras aterriza con viento cruzado, se debe mantener la corrección de deriva mientras se hace la siguiente toma. Recuerde que, ya que la toma posterior se hará en una menor velocidad, el ala hacia el viento se deberá bajar aún más para compensar la deriva.

Se deben tener extrema precaución y alerta cuando se produce un rebote, pero sobre todo cuando hay viento cruzado. Los pilotos inexpertos, casi invariablemente, relajan la corrección por viento cruzado. Cuando una rueda principal golpea la pista, la otra rueda se posará inmediatamente después, y las alas se nivelarán. Entonces, sin ninguna corrección de deriva al rebotar el avión, el viento hará que el avión alabee, exponiendo aún más superficie hacia el viento cruzado y derivando el avión más rápidamente.

Cuando un rebote es grave, el procedimiento más seguro es EJECUTAR UNA APROXIMACIÓN FRUSTRADA INMEDIATAMENTE. No debe hacerse ningún intento por salvar el aterrizaje. Se debe aplicar potencia máxima mientras se mantiene simultaneamente el control direccional, y se baja la nariz a una actitud de ascenso segura. El procedimiento de la aproximación frustrada se debe continuar aunque el avión descienda y se encuentre otro rebote. Sería muy tonto intentar un aterrizaje de un mal rebote ya que la velocidad disminuye muy rápidamente con la actitud de la nariz alta, y puede ocurrir una pérdida antes de que se pueda hacer una toma posterior.

Delfineo

En un aterrizaje rebotado que se recupera de forma incorrecta, el avión entra primero con la nariz lo que desencadena una serie de movimientos que imitan los saltos y zambullidas de un delfín, de ahí el nombre. [Figura 8-37] El problema es la actitud inapropiada del avión en el momento del aterrizaje, a veces causada por falta de atención, no saber dónde está la tierra, mal compensado o forzar el avión hacia la pista.

El efecto suelo disminuye la eficacia de control del elevador y aumenta la fuerza necesaria para elevar la nariz. La compensación insuficiente de elevador o stabilator puede dar lugar a un contacto con la pista con nariz baja y desencadenar el delfineo.

El delfineo también puede ser causado por el control inadecuado de la velocidad. Por lo general, si una aproximación es demasiado rápida, el avión flota y el piloto trata de forzarlo hacia la pista cuando el avión todavía quiere volar. Una ráfaga de viento, un bache en la pista, o incluso un ligero tirón en el mando enviará el avión otra vez al aire.

La acción correctiva para el delfineo es la misma que para un rebote y de manera similar depende de su gravedad. Cuando es muy leve y no hay cambio brusco en la actitud de cabeceo del avión, se puede ejecutar el aterrizaje aplicando suficiente potencia para amortiguar la toma posterior, y ajustar suavemente el cabeceo a la actitud apropiada para la toma.

Cuando es severo, el procedimiento más seguro es EJECUTAR UNA APROXIMACIÓN FRUSTRADA INMEDIATAMENTE. En un delfineo severo, las oscilaciones en cabeceo del avión pueden empeorar progresivamente, hasta que el avión golpea la pista primero con la nariz con la fuerza suficiente para colapsar el tren de nariz. Los pilotos que intentan corregir un delfineo grave con el control de vuelo y potencia lo más probable es que estén fuera de tiempo y secuencia con las oscilaciones, y sólo empeorarán la situación. No se debe hacer ningún intento para salvar el aterrizaje. Se debe aplicar potencia máxima al mismo tiempo que mantiene el control direccional, y baja la nariz a una actitud de ascenso segura.

Carretilla

Cuando un piloto permite que el peso del avión se concentre sobre la rueda de nariz durante la carrera de despegue o aterrizaje, se producirá una condición

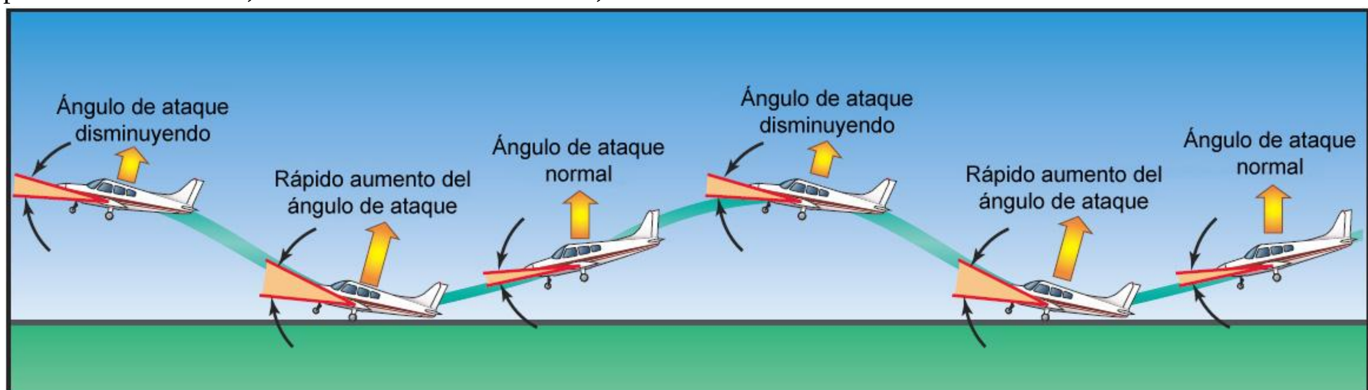


Figura 8-37. Delfineo.

conocida como carretilla. La carretilla puede causar la pérdida de control direccional durante la carrera de aterrizaje debido a que el frenado no es efectivo, y el avión tiende a desviarse o pivotar sobre la rueda de nariz, especialmente en condiciones de viento cruzado. Una de las causas más comunes de la carretilla durante la carrera de aterrizaje es una toma simultánea con las ruedas principales y la de nariz, con exceso de velocidad, seguido de la aplicación de presión hacia adelante en el control del elevador. Por lo general, la situación se puede corregir aplicando suavemente presión atrás de elevador. Sin embargo, si se encuentra con una carretilla y la pista y otras condiciones lo permiten, puede ser aconsejable iniciar con prontitud una aproximación frustrada. La carretilla no se producirá si el piloto alcanza y mantiene la actitud de aterrizaje correcta, toma a la velocidad adecuada, y suavemente baja la rueda delantera mientras pierde velocidad en la carrera. Si el piloto decide quedarse en el tierra en lugar de intentar dar motor y al aire o si se pierde el control direccional, el acelerador debe ser reducido y la actitud de cabeceo llevada suavemente pero con firmeza a la actitud adecuada para el aterrizaje. Suba los flaps para reducir la sustentación y para aumentar la carga sobre las ruedas principales para una mejor acción de frenado.

Aterrizaje duro

Cuando el avión toca el suelo durante los aterrizajes, su velocidad vertical es instantáneamente reducida a cero. A menos que se tomen medidas para disminuir esta velocidad vertical y amortiguar el impacto de la toma, la fuerza de contacto con el suelo puede ser tan grande que podría causar daños estructurales en el avión.

El propósito de los neumáticos, amortiguadores del tren de aterrizaje y otros dispositivos es amortiguar el impacto y aumentar el tiempo en el que el descenso vertical del avión se detiene. La importancia de esta amortiguación se puede entender a partir del cálculo que una caída libre de 15 centímetros en el aterrizaje es más o menos igual, a un descenso de 340 pies por minuto. En una fracción de un segundo, el avión debe ser frenado de este régimen de descenso vertical a cero, sin daños.

Durante este tiempo, el tren de aterrizaje junto con un poco de ayuda de la sustentación de las alas debe suministrar toda la fuerza necesaria para contrarrestar la fuerza de la inercia y el peso del avión. La sustentación disminuye rápidamente a medida que se reduce la velocidad de avance del avión, y la fuerza sobre el tren de aterrizaje se incrementa por el impacto de la toma. Cuando se detiene el descenso, la sustentación será prácticamente cero, dejando sólo al tren de aterrizaje para soportar el peso del avión y fuerza de inercia. La carga impuesta en el instante de la toma puede ser fácilmente tres o cuatro veces el peso real del avión en función de la severidad del contacto.

Toma derivando o de lado

A veces, el piloto puede corregir la deriva del viento volando de lado en la aproximación final. Si la recogida y toma se realizan mientras el avión está derivando o volando de lado, tomará contacto con el suelo mientras se mueve hacia los lados. Esto impondrá cargas laterales extremas sobre el tren de aterrizaje, y si es lo suficientemente grave, puede ocasionar un fallo estructural.

El método más eficaz para prevenir la deriva en los aviones de instrucción primaria es el método de ala baja. Esta técnica mantiene el eje longitudinal del avión alineado tanto con la pista como la dirección de movimiento durante toda la aproximación y aterrizaje.

Hay tres factores que provocan que el eje longitudinal y la dirección del movimiento no estén alineados durante la toma: la deriva, volar de lado, o una combinación de ambos.

Si el piloto no ha tomado las medidas correctivas adecuadas para evitar derivar durante un aterrizaje con viento cruzado, la banda de rodadura de los neumáticos del tren principal ofrece resistencia al movimiento lateral del avión con respecto al suelo. En consecuencia, cualquier velocidad lateral del avión se desacelera bruscamente, con el resultado de que la fuerza de inercia es como se muestra en la figura 8-38. Esto crea un momento alrededor del tren principal cuando entra en contacto con el suelo, tendiendo a volcar o inclinar al avión. Si la punta alar hacia el viento se eleva por la acción de este momento, todo el peso y el golpe del aterrizaje serán soportados por solo una rueda principal. Esto podría causar daños estructurales.

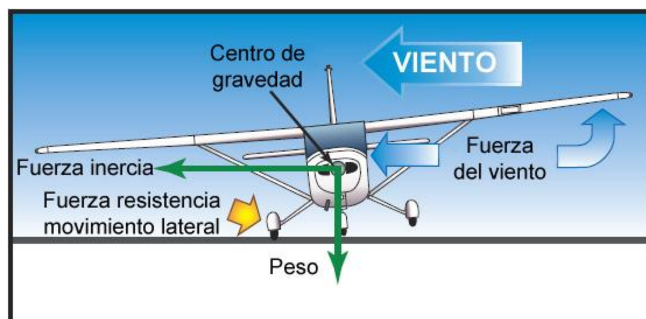


Figura 8-38. Deriva durante la toma.

No son solo los mismos factores presentes que están tratando de elevar a un ala, sino que el viento lateral también está actuando en la superficie del fuselaje detrás de las ruedas principales, con tendencia a guiñar (efecto veleta) el avión contra el viento. Esto a menudo resulta en un trompo.

Trompo

Un trompo es un giro no controlado durante la operación en tierra que pueden producirse mientras rueda o despega, pero especialmente durante la carrera después del aterrizaje. La deriva o el efecto veleta no siempre provocan un trompo, aunque estos pueden producir el viraje inicial. El uso descuidado del timón, una superficie de terreno irregular, o una zona blanda que retarda una rueda principal del avión también pueden causar un giro. En cualquier caso, el viraje inicial tiende a hacer un trompo al avión, ya sea uno de rueda de cola o con rueda de nariz. [Figura 8-39]

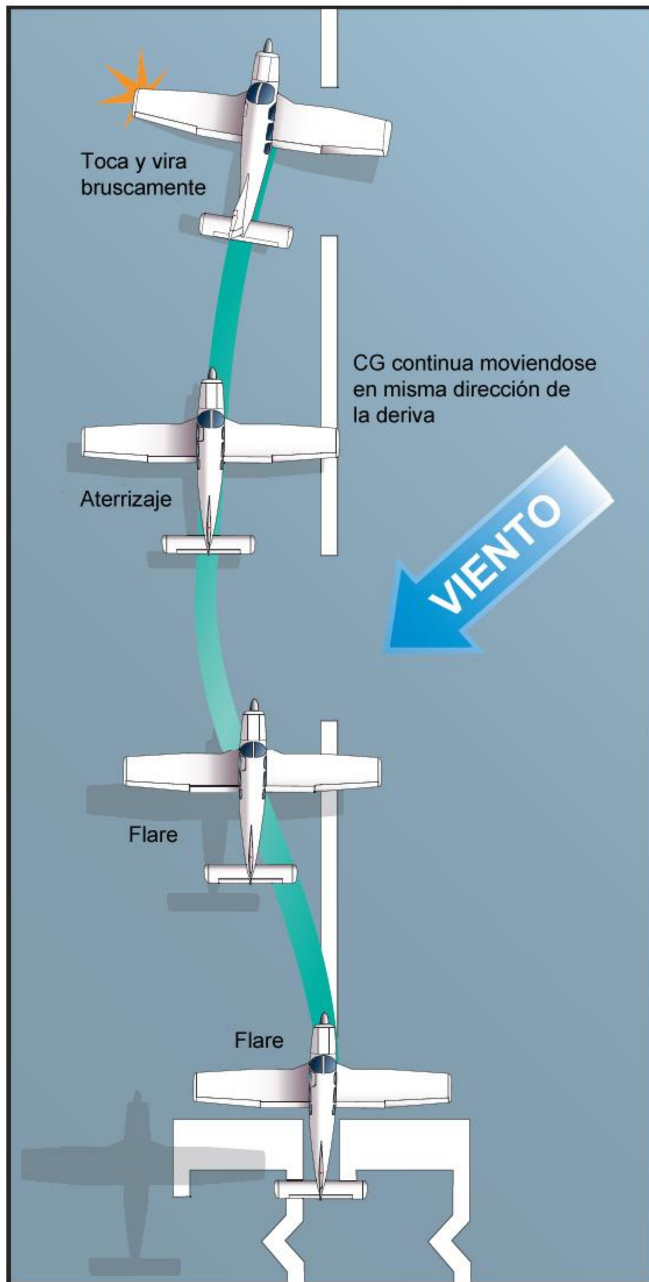


Figura 8-39. Inicio de un trompo.

Los aviones con rueda de nariz son un poco menos propensos a un trompo que los aviones con rueda de cola. Dado que el centro de gravedad (CG) se encuentra adelante del tren de aterrizaje principal de estos aviones, cada vez que se inicia un giro, la fuerza centrífuga actuando sobre el CG tiende a detener la acción de girar.

Si el avión toma tierra, mientras deriva o vuela de lado, el piloto debe aplicar alerón hacia el ala alta y detener el viraje con el timón. Los frenos deben utilizarse para corregir giros o desvíos sólo cuando el timón es inadecuado. El piloto debe ejercer cuidado al aplicar freno para acción correctiva, ya que es muy fácil de sobre controlar y agravar la situación.

Si se usan los frenos, debe aplicarse suficiente freno en la rueda del ala baja (exterior del giro) para detener el viraje. Cuando las alas están aproximadamente niveladas, la nueva dirección se debe mantener hasta que el avión se ha desacelerado a la velocidad de rodaje o se ha detenido.

En aviones con rueda de nariz, un trompo es casi siempre el resultado de hacer carretilla. El piloto debe ser consciente de que a pesar de que el avión con rueda de nariz es menos propenso que el avión con rueda de cola, prácticamente cualquier tipo de avión, incluyendo grandes aviones multimotor, pueden hacer un trompo cuando no se operan adecuadamente.

Elevar un ala después de la toma

Cuando aterriza con viento cruzado, puede haber casos en los que un ala se levantará durante la carrera después del aterrizaje. Esto puede ocurrir ya sea que haya una pérdida de control direccional o no, dependiendo de la cantidad de viento cruzado y el grado de acción correctiva.

Cada vez que un avión está rodando en el suelo en una condición de viento cruzado, el ala hacia el viento está recibiendo una mayor fuerza del viento que el ala contraria al viento. Esto causa una diferencia de sustentación. También, al elevarse el ala hacia el viento, hay un aumento en el ángulo de ataque, lo que aumenta la sustentación en el ala hacia el viento, alabeando el avión a favor del viento.

Cuando los efectos de estos dos factores son lo suficientemente grandes, el ala hacia el viento puede elevarse a pesar de mantener el control direccional. Si no se aplica ninguna corrección, es posible que el ala se eleve lo suficiente como para causar la otra ala golpee contra el suelo.

En el caso de que un ala comience a elevarse durante la carrera de aterrizaje, el piloto debe aplicar inmediatamente más presión de alerón hacia el ala alta y seguir manteniendo la dirección. Cuanto antes se aplique el control de alerón, tanto más efectivo será. Cuanto más se permita que un ala suba antes de tomar una acción

correctiva, mayor es la superficie del avión expuesta a la fuerza del viento cruzado. Esto disminuye la eficacia del alerón.

HIDROPLANEO

El hidroplaneo es una condición que puede existir cuando un avión aterriza en una superficie contaminada con agua estancada, aguanieve y/o nieve húmeda. El hidroplaneo puede tener serios efectos adversos sobre la controlabilidad y la capacidad de frenado sobre el suelo. Los tres tipos básicos de hidroplaneo son hidroplaneo dinámico, hidroplaneo por caucho revertido e hidroplaneo viscoso. Cualquiera de los tres puede hacer a un avión parcial o totalmente incontrolable en cualquier momento durante la carrera de aterrizaje.

Hidroplaneo dinámico

El hidroplaneo dinámico es un fenómeno relativamente de alta velocidad que se produce cuando hay una película de agua en la pista que es al menos de dos milímetros de profundidad. Al aumentar la velocidad del avión y la profundidad del agua, la capa de agua aumenta la resistencia al desplazamiento, resultando en la formación de una cuña de agua debajo del neumático. A una velocidad, denominada la velocidad de hidroplaneo (V_P), la presión del agua se hace igual al peso del avión y el neumático se levanta de la superficie de la pista. En esta condición, los neumáticos ya no contribuyen al control de la dirección y la acción de frenado es nula.

El hidroplaneo dinámico se relaciona con la presión de inflado de los neumáticos. Los datos obtenidos durante las pruebas de hidroplaneo han demostrado que la velocidad de hidroplaneo dinámico mínima (V_P) de un neumático es 8,6 veces la raíz cuadrada de la presión del neumático en libras por pulgada cuadrada (PSI). Para un avión con una presión del neumático principal de 24 libras, la velocidad de hidroplaneo calculada sería de aproximadamente 42 nudos. Es importante tener en cuenta que la velocidad calculada mencionada anteriormente es para el inicio del hidroplaneo dinámico. Una vez que el hidroplaneo se ha iniciado, puede persistir hasta una velocidad significativamente más lenta en función del tipo que se experimenta.

Hidroplaneo por caucho revertido

El hidroplaneo por caucho revertido (vapor) ocurre durante una frenada fuerte que resulta en un prolongado derrape con rueda bloqueada. Sólo se requiere una fina película de agua sobre la pista para facilitar este tipo de hidroplaneo.

El derrape de los neumáticos genera suficiente calor para causar que el caucho en contacto con la pista vuelva a su estado original no curado. El caucho revertido actúa como un sello entre el neumático y la pista, y retrasa la salida de agua del área de la huella del neumático. El agua se calienta y se convierte en vapor que mantiene el neumático fuera de la pista.

El hidroplaneo por caucho revertido viene con frecuencia luego de encontrarse con hidroplaneo dinámico, tiempo durante el cual el piloto bloquea los frenos en un intento por frenar el avión. Eventualmente el avión se frena lo suficiente como para que los neumáticos entren en contacto con la superficie de la pista y el avión comienza a derrapar. El remedio para este tipo de hidroplaneo es que el piloto libere los frenos y permita que las ruedas giren y se aplica frenado moderado. El hidroplaneo por caucho revertido es insidioso ya que el piloto no puede saber cuando comienza, y puede persistir hasta velocidades muy bajas (20 nudos o menos).

Hidroplaneo viscoso

El hidroplaneo viscoso es debido a las propiedades viscosas del agua. Una película fina de fluido no más que una décima de milímetro de profundidad es todo lo que se necesita. El neumático no puede penetrar el fluido y el neumático rueda por encima de la película. Esto puede ocurrir a una velocidad mucho más baja que el hidroplaneo dinámico, pero requiere una superficie de actuación suave o lisa tal como asfalto o una zona de toma de contacto revestido con el caucho acumulado de los aterrizajes anteriores. Tal superficie puede tener el mismo coeficiente de fricción que el hielo húmedo.

Cuando nos enfrentamos a la posibilidad de hidroplaneo, lo mejor es aterrizar en una pista ranurada (si está disponible). La velocidad de toma debe ser lo más lenta posible, compatible con la seguridad. Después de bajar la rueda de nariz a la pista, se debe aplicar frenado moderado. Si no se detecta desaceleración y se sospecha de hidroplaneo, se debe subir la nariz y usar la resistencia aerodinámica para desacelerar a un punto donde los frenos se hacen efectivos.

La técnica apropiada de frenado es esencial. Los frenos se deben aplicar con firmeza hasta llegar a un punto justo anterior al derrape. A la primera señal de derrape, el piloto debe liberar la presión del freno y permitir que las ruedas giren. Se debe mantener el control direccional tanto como sea posible con el timón de dirección. Recuerde que con viento cruzado, si se produce hidroplaneo, el viento cruzado hará que el avión haga efecto veleta hacia el viento, así como lo deslizará a favor del viento.



Capítulo 9

Maniobras de Performance

MANIOBRAS DE PERFORMANCE

Las maniobras de performance se utilizan para desarrollar en el piloto un alto grado de habilidad. Ayudan al piloto en el análisis de las fuerzas que actúan sobre el avión y en el desarrollo de un control fino, coordinación, oportunidad y división de la atención para maniobrar con precisión el avión. Las maniobras de performance se denominan maniobras "avanzadas" porque el grado de habilidad requerido para la correcta ejecución normalmente no se adquiere hasta que un piloto ha obtenido un sentido de la orientación y la sensación del control en las maniobras "normales". Una ventaja importante de las maniobras de performance es la agudización de las habilidades fundamentales al punto que el piloto puede hacer frente a circunstancias excepcionales o imprevistas que se encuentran ocasionalmente en vuelo normal.

Las maniobras avanzadas son variaciones y/o combinaciones de las maniobras básicas aprendidas previamente. Involucran los mismos principios y técnicas que las maniobras básicas, pero requieren un mayor grado de habilidad para la correcta ejecución. El alumno, por lo tanto, que demuestra una falta de progreso en la realización de maniobras avanzadas, es más que probable que falle en una o más de las maniobras básicas. El instructor de vuelo debe considerar dividir la maniobra de avanzada en sus maniobras básicas en un intento de identificar y corregir la deficiencia antes de continuar con la maniobra de avanzada.

Virajes escarpados

El objetivo de la maniobra es desarrollar la suavidad, la coordinación, la orientación, la división de la atención, y las técnicas de control necesarias para la ejecución de virajes de máximo rendimiento cuando el avión se encuentra cerca de sus límites de rendimiento. La suavidad en el uso de los controles, la coordinación y la precisión de ejecución son las características importantes para esta maniobra.

La maniobra de viraje escarpado consiste en un viraje en cualquier dirección, utilizando un ángulo de alabeo entre 45 y 60°. Esto provocará una tendencia excesiva a alabear durante el cual se logra el máximo rendimiento en viraje y se imponen relativamente altos factores de carga. Debido a los elevados factores de carga impuestos, estos virajes deben realizarse a una velocidad que no exceda la velocidad de maniobra de diseño del avión (V_A). Se aplican los principios de un viraje escarpado ordinario, pero como una maniobra de práctica los virajes escarpados deben continuar hasta completar 360° o 720° de giro. [Figura 9-1]

El viraje de máximo rendimiento de un avión es su régimen más rápido de giro y su radio de viraje más corto, los que cambian con la velocidad y el ángulo de alabeo. Cada performance de viraje del avión está limitada por la cantidad de potencia que su motor está desarrollando, su factor de carga límite (resistencia estructural), y sus características aerodinámicas.

El factor de carga límite determina el alabeo máximo, que puede mantenerse sin entrar en pérdida o superar los límites estructurales del avión. En la mayoría de los aviones pequeños, el alabeo máximo se ha encontrado que es de aproximadamente 50° a 60°.

El piloto debe reconocer la tremenda carga adicional que se impone al avión al incrementar el alabeo por encima de 45°. Durante un viraje coordinado con un alabeo de 70°, se coloca sobre la estructura del avión un factor de carga de aproximadamente 3 Gs. La mayoría de los aviones de tipo general soportan aproximadamente 3,8 Gs.

Independientemente de la velocidad o del tipo de avión involucrado, un ángulo de alabeo dado en un viraje, durante el cual se mantiene la altitud, siempre producirá el mismo factor de carga. Los pilotos deben ser conscientes de que un factor de carga adicional aumenta la velocidad de pérdida a un ritmo significativo; la velocidad de pérdida aumenta con la raíz cuadrada del factor de carga. Por ejemplo, un avión liviano que frena que entra en pérdida a los 60 nudos en vuelo nivelado, entrará en pérdida a casi 85 nudos con un alabeo de 60°. La comprensión y el respeto de este hecho por parte del piloto es una medida de seguridad indispensable para la realización de todas las maniobras que requieren virajes.

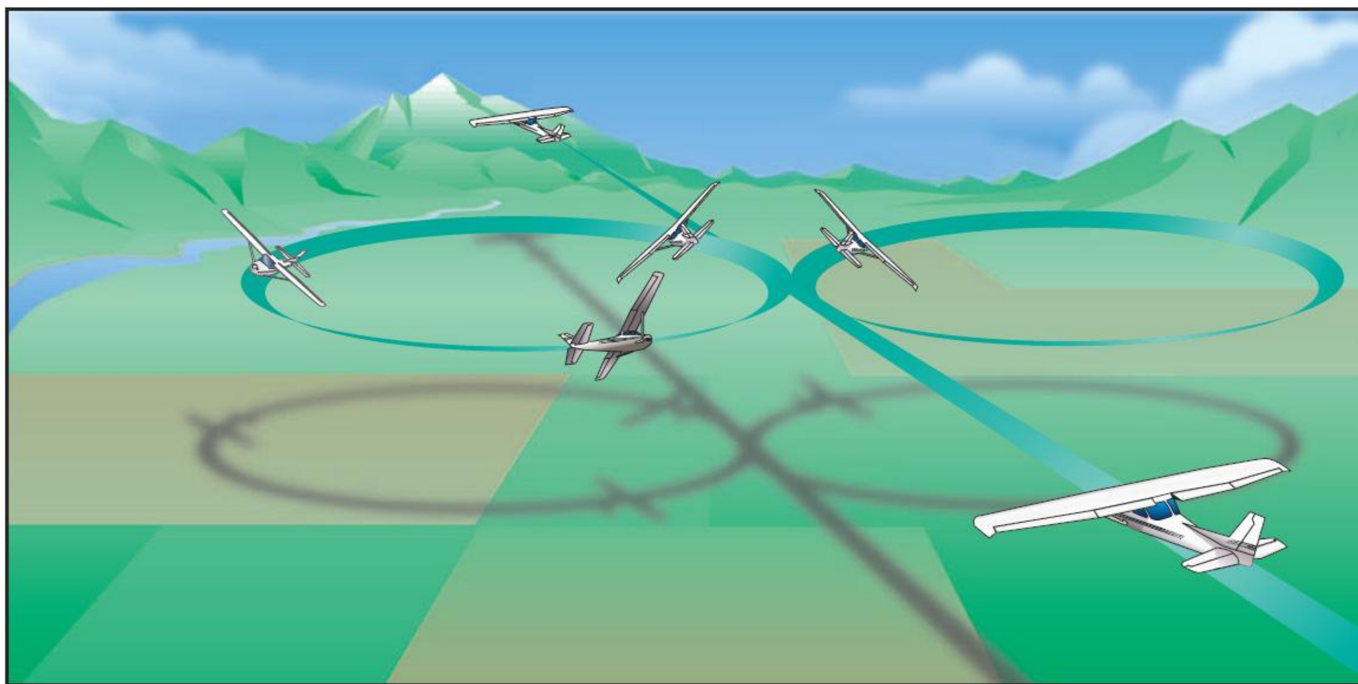


Figura 9-1. Virajes escarpados.

Antes de iniciar el viraje escarpado, el piloto debería asegurarse de que el área esté libre de otro tipo de tránsito aéreo ya que el ritmo de giro será bastante rápido. Después de establecer la velocidad de entrada recomendada por el fabricante o la velocidad de maniobra, el avión debe ser alabeado suavemente al ángulo de alabeo seleccionado entre 45 y 60°. Al establecer el viraje, se debe aumentar suavemente la presión atrás sobre el elevador para aumentar el ángulo de ataque. Esto proporciona la sustentación adicional necesaria para compensar el aumento del factor de carga.

Después de que se haya alcanzado el ángulo de alabeo seleccionado, el piloto encontrará que se requiere una fuerza considerable en el control de elevador para mantener el avión en vuelo nivelado, para mantener la altitud. Debido a este aumento de la fuerza aplicada a los elevadores, el factor de carga aumenta rápidamente a medida que se incrementa el alabeo. La presión adicional hacia atrás aumenta el ángulo de ataque, lo que resulta en un aumento en la resistencia. En consecuencia, hay que añadir potencia para mantener la altitud y velocidad de entrada.

Eventualmente, a medida que el alabeo se acerca al ángulo máximo de la aeronave, se está alcanzando el rendimiento máximo o límite estructural. Si se supera este límite, el avión será sometido a excesivas cargas estructurales, y perderá altitud, o entrará en pérdida. El factor de carga límite no debe superarse, para evitar daños estructurales.

Durante el viraje, el piloto no debe enfocarse en ningún objeto. Para mantener la altitud, así como orientación, requiere un conocimiento de la posición relativa de la nariz, el horizonte, las alas, y la cantidad de alabeo. El piloto que vira la aeronave mirando sólo la nariz tendrá dificultades para mantener la altitud constante; por otro lado, el piloto que mira la nariz, el horizonte, y las alas puede generalmente mantener la altitud dentro de pocos pies. Si la altitud comienza a aumentar, o disminuir, se requerirá relajar o aumentar la presión de elevador. Esto también puede requerir un ajuste de potencia para mantener la velocidad seleccionada. Un pequeño aumento o disminución de 1 a 3° del ángulo de alabeo se puede utilizar para controlar las pequeñas desviaciones de altitud. Todos los cambios del ángulo de inclinación se deben hacer con el uso coordinado de los alerones y el timón.

La salida del viraje debe ser oportuna para que las alas estén niveladas cuando el avión esté exactamente en el rumbo en que se inició la maniobra. Mientras se realiza la recuperación, se libera gradualmente la presión atrás de elevador y se reduce potencia, según sea necesario, para mantener la altitud y velocidad.

Errores comunes en la realización de virajes escarpados son:

- Falla en observar adecuadamente el área.
- Excesivo cambio de cabeceo durante la entrada o la recuperación.
- Intento de iniciar la recuperación antes de tiempo.

- Falla al detener el viraje en el rumbo preciso.
- Timón excesivo durante la recuperación, lo que resulta en un derrape.
- Administración de potencia inadecuada.
- Control de velocidad inadecuada.
- Falta de coordinación.
- Ganar altura en virajes a derecha y/o perder altura en virajes a izquierda.
- Falla al mantener el ángulo de alabeo constante.
- Desorientación.
- Intento de realizar la maniobra por referencia de instrumentos en lugar de referencia visual.
- Falla al vigilar otros tránsitos durante la maniobra.

Espiral escarpada

El objetivo de esta maniobra es mejorar las técnicas del piloto para controlar la velocidad, control de la deriva del viento, planificación, orientación y división de la atención. La espiral escarpada no sólo es una valiosa maniobra de entrenamiento de vuelo, sino que tiene aplicación práctica al proveer un procedimiento para disipar altura mientras permanece en un lugar seleccionado en preparación para el aterrizaje, especialmente para los aterrizajes forzados en emergencia.

Una espiral escarpada es un viraje en planeo constante, durante el cual se mantiene un radio constante alrededor de un punto en el suelo similar a virajes alrededor de un punto. El radio debe ser tal que el máximo alabeo no excederá de 60°. Se debe obtener suficiente altura antes de iniciar la maniobra de manera que la espiral se pueda continuar al menos por tres giros de 360°. [Figura 9-2] La maniobra no se debe continuar por debajo de 1000 pies sobre la superficie a menos que realice un aterrizaje de emergencia en conjunto con la espiral.

Operar el motor al ralentí durante un período prolongado durante el planeo puede dar lugar a un excesivo enfriamiento del motor o empastado de las bujías. El motor debe ser limpiado periódicamente avanzando brevemente el acelerador a la potencia normal de crucero, mientras ajusta la posición de cabeceo para mantener una velocidad constante. Preferiblemente, esto se debe hacer mientras está de frente el viento para minimizar cualquier variación en la velocidad sobre tierra y el radio de giro.

Después de cerrar el acelerador y establecer la velocidad de planeo, se debe iniciar una espiral y mantener

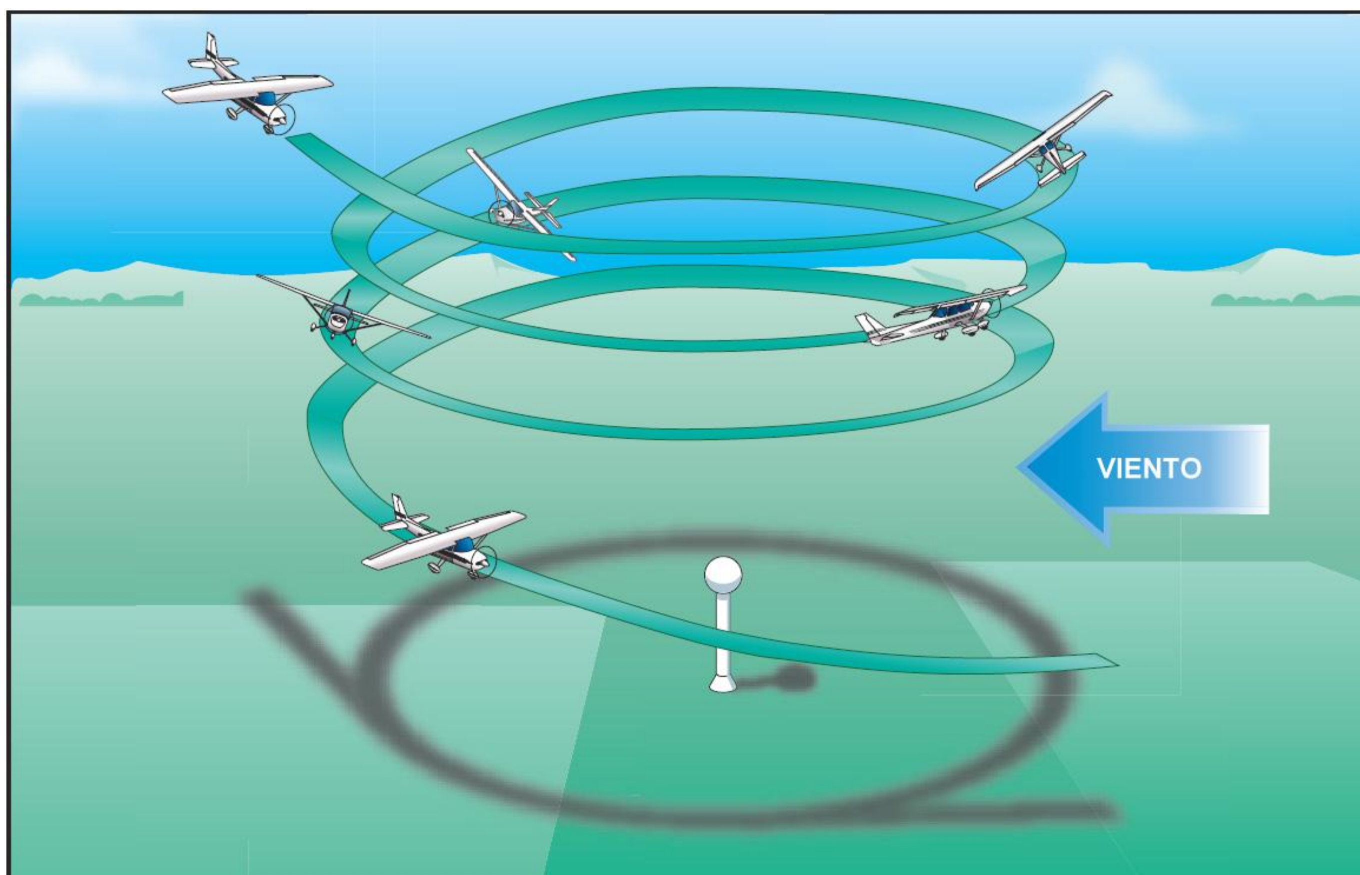


Figura 9-2. Espiral escarpada.

un viraje de radio constante alrededor del punto seleccionado en el suelo. Para ello será necesaria una corrección por la deriva por viento aumentando el alabeo en rumbos a favor del viento y disminuyendo el alabeo en rumbos contra el viento, al igual que en la maniobra, viraje alrededor de un punto. Durante la espiral descendente, el piloto debe juzgar la dirección y velocidad del viento a diferentes altitudes y hacer los cambios apropiados en el ángulo de alabeo para mantener un radio uniforme.

También se debe mantener una velocidad constante durante toda la maniobra. Fracasar en el mantenimiento constante de la velocidad hará que el radio de giro y el ángulo de alabeo necesario varíen excesivamente. En el lado contrario al viento de la maniobra, cuanto más empinado sea el ángulo de alabeo, la actitud de cabeceo será más baja para mantener una velocidad determinada. Por el contrario, en el lado de donde viene el viento, al disminuir el ángulo de alabeo, la actitud de cabeceo debe ser elevada para mantener la velocidad del aire adecuada. Esto es necesario debido a que la velocidad tiende a cambiar a medida que el alabeo cambia de bajo a escarpado a bajo.

Durante la práctica de la maniobra, el piloto deberá realizar tres giros y salir hacia un objeto determinado o un rumbo específico. Durante la salida, la suavidad es esencial, y el uso de los controles debe ser tan coordinado que la velocidad no aumente o disminuya cuando se reanude el planeo recto.

Errores comunes en la realización de espirales escarpados son:

- Falla en observar adecuadamente el área.
- Falla al mantener la velocidad constante.
- Falta de coordinación, lo que resulta en derrape y/o deslizamiento.
- Corrección de la deriva del viento inadecuada.
- Falta de coordinación de los controles para que no resulte en aumento/disminución de la velocidad cuando se reanuda el planeo recto.
- Falla al vigilar otros tránsitos durante la maniobra.
- Falla en mantener la orientación.

Chandelle

El objetivo de esta maniobra es desarrollar la coordinación del piloto, orientación, planificación, y precisión de control durante un vuelo de máxima performance.

El chandelle es un viraje ascendente de máximo rendimiento a partir de un vuelo recto y nivelado, y terminando al realizar un viraje preciso de 180° con una actitud de nariz alta con alas niveladas a la velocidad mínima controlable. [Figura 9-3] La maniobra exige que se obtenga la máxima performance de vuelo del avión, el avión debe ganar la mayor altitud posible para un determinado grado de alabeo y ajuste de potencia sin que entre en pérdida.

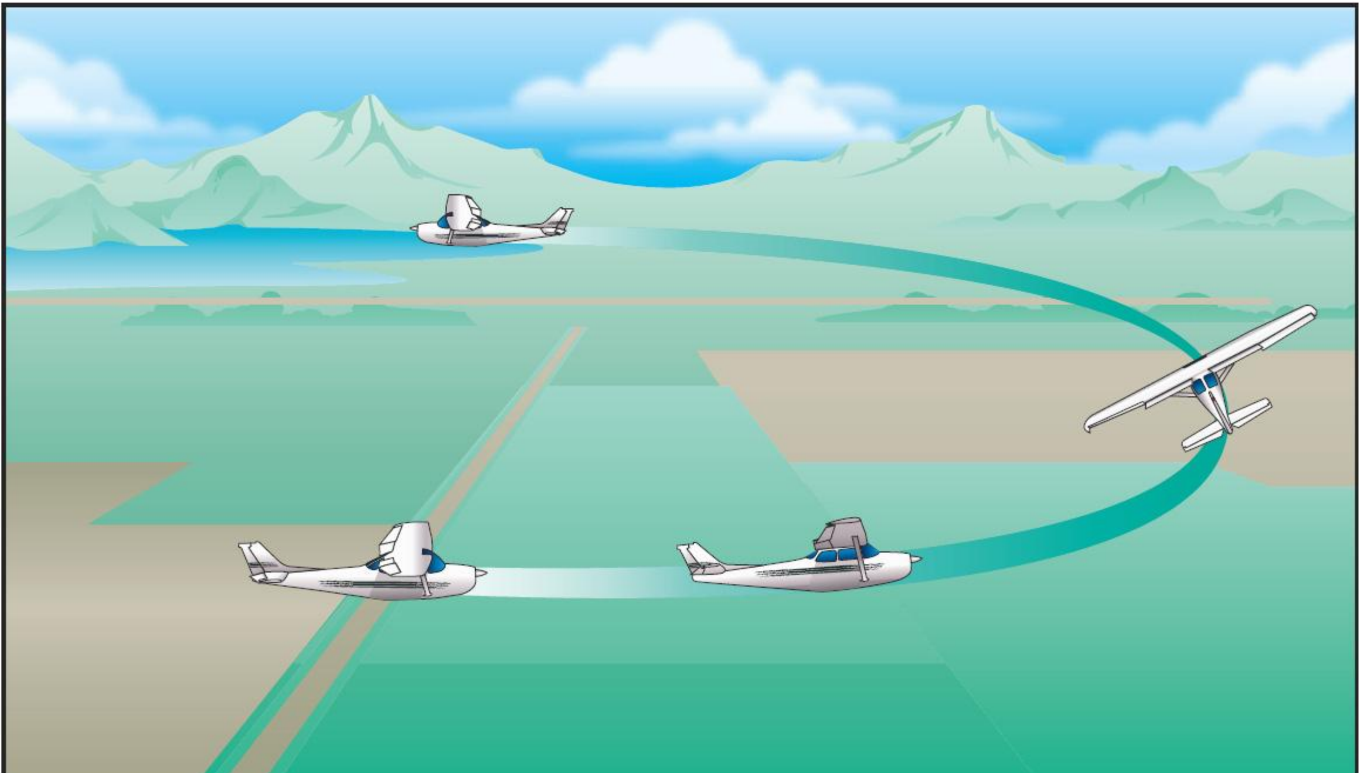


Figura 9-3. Chandelle.

Ya que numerosas variables atmosféricas que escapan al control del piloto afectarán la cantidad de altitud ganada, la calidad de la realización de la maniobra no se juzga únicamente por la ganancia de altura, sino por la eficacia general del piloto en lo que respecta al rendimiento en ascenso para la combinación de potencia/alabeo utilizada, y para la habilidad de pilotaje demostrada.

Antes de iniciar un chandelle, los flaps y el tren (si es replegable) deben estar ARRIBA, la potencia ajustada en condiciones de crucero, y el espacio aéreo detrás y por encima sin otro tipo de tránsito aéreo. La maniobra se debe iniciar desde vuelo recto y nivelado (o un descenso suave) y a una velocidad no mayor a la velocidad de entrada máxima recomendada por el fabricante; en la mayoría de los casos no por encima de la velocidad de maniobra del avión (V_A).

Después de establecer la velocidad y potencia apropiada, el chandelle se inicia suavemente entrando en un viraje coordinado con un ángulo de alabeo apropiado para el avión está volando. Normalmente, este ángulo de alabeo no debe exceder aproximadamente los 30°. Después de establecer el alabeo adecuado, se debe iniciar un viraje ascendente aplicando suavemente presión atrás de elevador para aumentar la actitud de cabeceo a un ritmo constante y alcanzar la posición de cabeceo más alta al completar 90° del viraje. Al iniciar el ascenso en aviones con hélices de paso fijo, se puede aplicar máxima potencia, pero se aplica gradualmente de manera que no se exceda el número de rpm máximo permitido. En aviones con hélices de velocidad constante, la potencia se puede dejar en el ajuste normal de crucero.

Una vez que se ha establecido el ángulo de alabeo, debe permanecer constante hasta que se haya completado 90° de giro. Aunque el grado de alabeo es fijo durante este viraje ascendente, puede parecer que aumenta y, de hecho, en realidad tiende a aumentar si se le permite hacerlo al continuar la maniobra.

Cuando el viraje ha progresado 90º desde el rumbo original, el piloto debería empezar a nivelar el alabeo a un ritmo constante mientras mantiene constante la actitud de cabeceo. Ya que el ángulo de alabeo irá disminuyendo durante el nivelado, la componente vertical de la sustentación aumentará ligeramente. Por esta razón, puede ser necesario liberar una pequeña cantidad de presión de elevador con el fin de evitar que la nariz del avión se eleve más.

Al nivelar las alas cuando termina el viraje de 180°, la actitud de cabeceo debe controlarse mediante el chequeo de las referencias externas y el indicador de actitud. Esta actitud de cabeceo debe mantenerse momentáneamente mientras el avión está a la velocidad mínima controlable. Luego la actitud de cabeceo puede reducirse suavemente para volver al vuelo de crucero recto y nivelado.

Ya que la velocidad disminuye constantemente durante toda la maniobra, los efectos del torque del motor se hacen más y más prominentes. Por lo tanto, la presión del timón derecho se incrementa gradualmente para controlar la guiñada y mantener un ritmo de viraje constante y mantener el avión en vuelo coordinado. El piloto debe mantener un vuelo coordinado sintiendo la presión aplicada en los controles y por la bola del instrumento indicador de viraje y derrape. Si se mantiene vuelo coordinado, la bola permanecerá en el centro.

Para salir de un chandelle izquierda, el alerón izquierdo se debe bajar para elevar el ala izquierda. Esto crea más resistencia que el alerón del ala derecha, resultando en una tendencia del avión que guiñar hacia la izquierda. Con la baja velocidad en este punto, el efecto del torque intenta guiñar el avión aún más hacia la izquierda. Por lo tanto, hay dos fuerzas que tiran de la nariz del avión hacia la izquierda, la resistencia del alerón izquierdo y el torque. Para mantener un vuelo coordinado, se requiere una considerable presión del timón derecho durante el nivelado para superar los efectos de la resistencia de alerón y el par motor.

En un chandelle a la derecha, cuando se aplica presión en el control para iniciar la nivelación, se baja el alerón en el ala derecha. Esto crea más resistencia en esa ala y tiende a guiñar el avión hacia la derecha. Al mismo tiempo, el efecto del torque a baja velocidad causa que la nariz del avión guiñe a la izquierda. Por lo tanto, la resistencia del alerón tirando de la nariz a la derecha y el torque tirando a la izquierda, tienden a neutralizarse entre sí. Si se aplica una excesiva presión del timón a izquierda, la nivelación será descoordinada.

La nivelación a la izquierda por lo general se puede lograr con muy poco timón a la izquierda, ya que los efectos de la resistencia del alerón y el torque tienden a neutralizarse entre sí. Liberando algo de timón derecho, que ha sido aplicado para corregir el par motor, en general, dará el mismo efecto que aplicar presión de timón a izquierda. Cuando las alas se nivelan y los alerones se neutralizan, la resistencia del alerón desaparece. Debido a la baja velocidad y alta potencia, los efectos del torque se hacen la fuerza más prominente y deben seguir siendo controlada con presión del timón.

Errores comunes en la realización de chandelles son:

- Falla en observar adecuadamente el área.
- Angulo de alabeo inicial muy bajo.

- Angulo de alabeo inicial muy escarpado, lo que resulta en un fracaso para obtener el máximo rendimiento.
- Permitir que aumente el alabeo después de establecer el ángulo de alabeo inicial.
- Falla al iniciar la recuperación a 90° en el viraje.
- Permitir que aumente la actitud de cabeceo al nivelar el alabeo durante los segundos 90° del viraje.
- Eliminar todo el alabeo antes de que se alcance los 180°.
- Nariz baja en la recuperación, lo que resulta en exceso de velocidad.
- Control abrupto.
- Falta de coordinación (deslizamiento o derrape).
- Pérdida en cualquier momento durante la maniobra.
- Ejecución de un viraje escarpado en lugar de una maniobra de ascenso.
- Falla al vigilar otros tránsitos durante la maniobra.
- Intento de realizar la maniobra por referencia a los instrumentos en lugar de referencia visual.

Ocho perezoso

El ocho perezoso es una maniobra destinada a desarrollar la perfecta coordinación de los controles a través de una amplia gama de velocidades y altitudes para alcanzar ciertos puntos precisos con la actitud y velocidad prevista. En su ejecución, se combinan el picado, ascenso, y virajes, y las combinaciones son variadas y aplicadas en todo el rango de performance del avión. Es la única maniobra de entrenamiento de vuelo estándar durante la cual en ningún momento las fuerzas en los controles se mantienen constantes.

El ocho perezoso como maniobra de entrenamiento tiene un gran valor ya que se requieren constantemente distintas fuerzas y actitudes. Estas fuerzas deben ser constantemente coordinadas, debido no sólo a los cambios de combinaciones de alabeos, picados, y ascensos, sino también a la velocidad que varía constantemente. La maniobra ayuda a desarrollar una sensación subconsciente, planificación, orientación, coordinación y sentido de velocidad. No es posible hacer un ocho perezoso mecánicamente, porque las presiones de control requeridas para la coordinación perfecta nunca son exactamente iguales.

Esta maniobra debe su nombre a la forma en que la extensión del eje longitudinal del avión traza una trayectoria de vuelo en la forma de un número 8 que está acostado (8 perezoso). [Figura 9-4]

Un ocho perezoso consta de dos virajes de 180°, en direcciones opuestas, mientras que hace un ascenso y un descenso en un patrón simétrico durante cada uno de los virajes. En ningún momento del ocho perezoso el avión vuela recto y nivelado; en cambio, se alabea directamente de un lado al otro con las alas niveladas

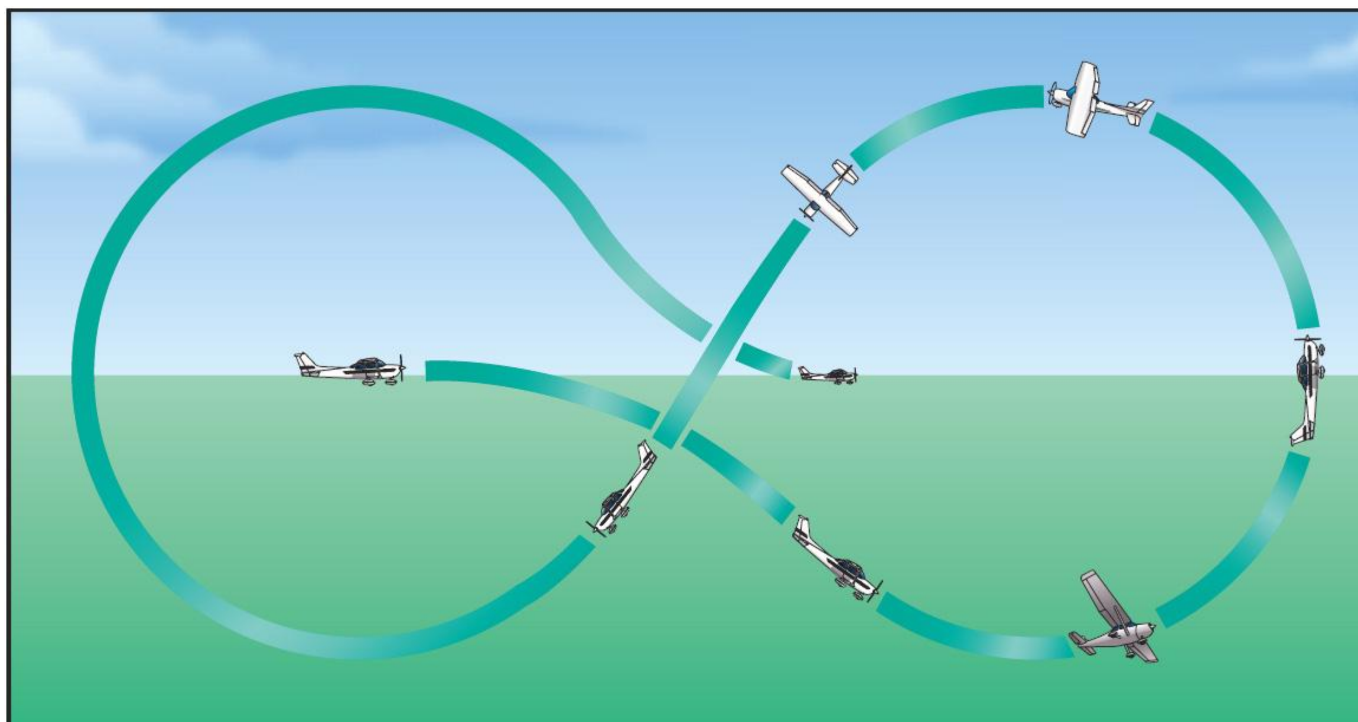


Figura 9-4. Ocho perezoso.

solamente en el momento en que se invierte el viraje al completar cada cambio de rumbo de 180°.

Como ayuda para hacer rizos simétricos del 8 durante cada viraje, se deben seleccionar en el horizonte puntos de referencia prominentes. Los puntos de referencia seleccionados deben estar a 45°, 90°, y 135° de la dirección en la que se inicia la maniobra.

Antes de realizar un ocho perezoso, el espacio aéreo detrás y encima debe estar libre de otro tipo de tránsito aéreo. Se debe entrar a la maniobra desde vuelo recto y nivelado a la potencia normal de crucero y a la velocidad recomendada por el fabricante o por la velocidad de maniobra del avión.

La maniobra se inicia desde el vuelo nivelado con un viraje ascendente gradual en la dirección del punto de referencia a 45°. El viraje ascendente se debe planificar y controlar de manera que se alcance la máxima actitud de cabeceo en el punto a 45°. El ritmo de alabeo debe ser tal que evite que la velocidad del viraje sea demasiado rápida. Al aumentar la actitud de cabeceo, la velocidad disminuye, haciendo que la velocidad de giro aumente. Ya que el alabeo también está aumentando, también produce que la velocidad de viraje aumente. A menos que la maniobra se inicie con un ritmo lento de alabeo, la combinación de aumento de cabeceo y aumento de alabeo hará que la velocidad de viraje sea tan rápida que el punto de referencia a 45° se alcance antes de que se alcance la posición de cabeceo más alta.

En el punto de 45°, la actitud de cabeceo debe ser máxima y el ángulo de alabeo seguir aumentando. Además, en el punto a 45°, la actitud de cabeceo debe comenzar a disminuir lentamente hacia el horizonte y el punto de referencia de 90°. Ya que la velocidad todavía está disminuyendo, tendrá que ser aplicada presión timón de dirección derecho para contrarrestar el torque o par motor.

Al bajar la nariz del avión hacia el punto de referencia de 90°, el alabeo debería seguir aumentando. Debido a que la velocidad disminuye, una pequeña cantidad de alerón opuesto puede ser necesario para evitar que el alabeo se vuelva demasiado escarpado. Cuando el avión completa 90° de viraje, el alabeo debe estar en el ángulo máximo (aproximadamente 30°), la velocidad debe estar en su mínimo (de 5 a 10 nudos por encima de la velocidad de pérdida), y la actitud de cabeceo del avión debe pasar a través de vuelo nivelado. Es en este momento que una línea imaginaria, que se extiende desde el ojo del piloto y paralelo al eje longitudinal del avión, pasa a través del punto de referencia 90°.

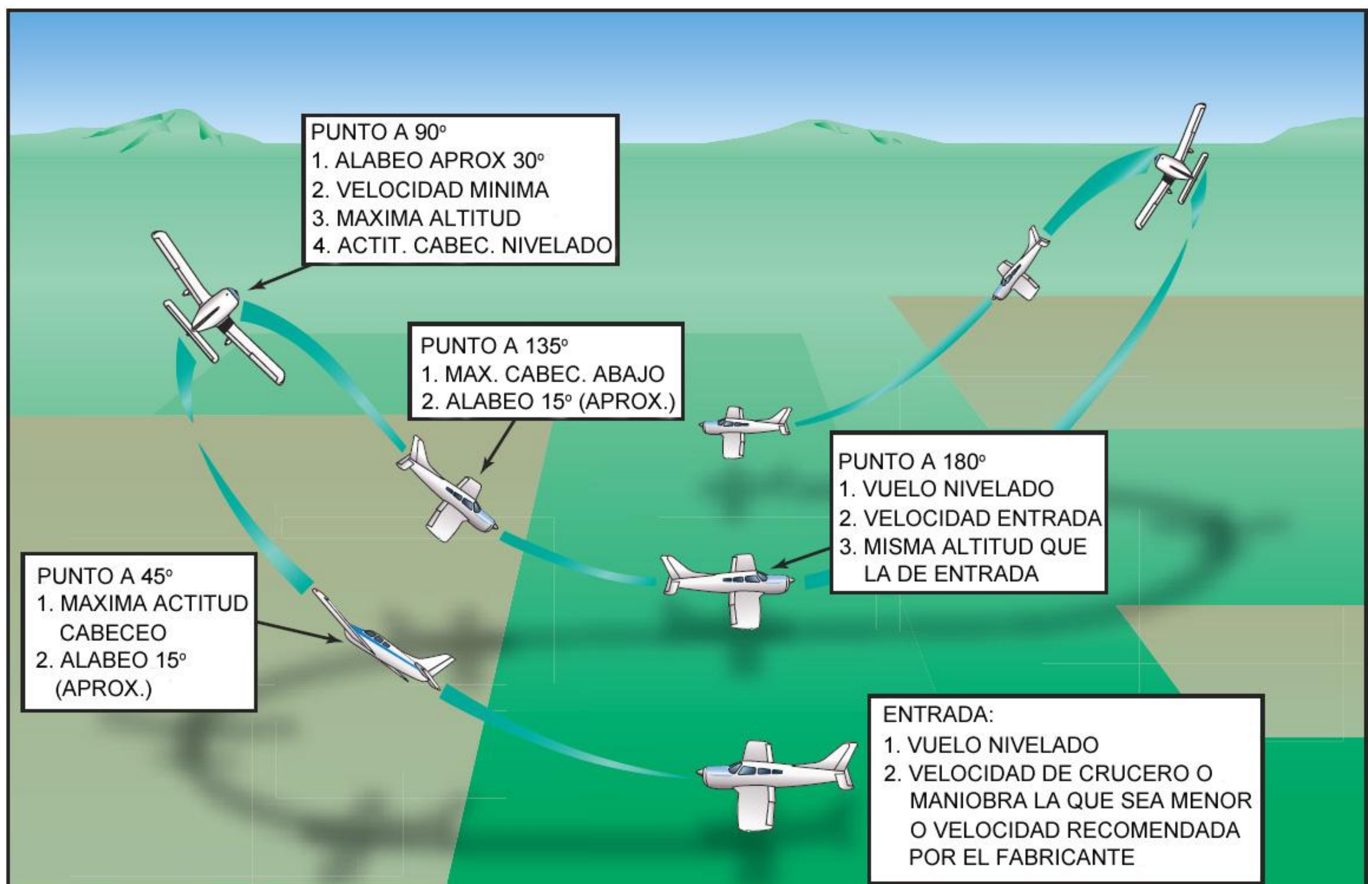


Figura 9-5. Ocho perezoso.

Los ochos perezosos normalmente deben realizarse con no más de 30° de alabeo aproximadamente. Alabeos más escarpados se pueden usar, pero deben desarrollarse un control y técnica en un grado mucho mayor que cuando la maniobra se realiza con un alabeo menor.

El piloto no debe dudar en este punto, sino que debe seguir volando el avión en un viraje descendente de manera que el morro del avión describa el mismo tamaño de rizo por debajo del horizonte como lo hizo por encima. Al pasar la línea de referencia del piloto por el punto de 90°, el alabeo debe disminuirse gradualmente, y la nariz del avión continuar bajando. Cuando el avión ha virado 135°, la nariz debe estar en su actitud de cabeceo más baja. La velocidad se incrementa durante este viraje descendente, por lo que será necesario relajar gradualmente la presión del timón y los alerones, y elevar simultáneamente la nariz y nivelar las alas. Al lograr esto, el piloto debe tener en cuenta la cantidad de viraje restante y ajustar el ritmo de nivelado y cambio de cabeceo para que las alas se nivelen y la velocidad inicial se alcance en vuelo nivelado justo al alcanzar el punto de 180°. Al regresar a la altitud de partida y el punto de 180°, se debe iniciar de inmediato un viraje en ascenso en la dirección opuesta, hacia los puntos de referencia seleccionados para completar la segunda mitad del ocho de la misma manera que la primera parte. [Figura 9-5]

Debido a la disminución de la velocidad, se aplica gradualmente considerable presión de timón derecho para contrarrestar el par en la parte superior del ocho tanto en los virajes a derecha como a izquierda. La presión será mayor en el punto de menor velocidad.

Se necesitará más presión de timón derecho durante el viraje ascendente a la derecha que en el viraje a la izquierda, porque se necesita más corrección del par motor para evitar la guiñada debida a la disminución de la velocidad de giro. En el viraje ascendente a izquierda, el torque tiende a contribuir al viraje; en consecuencia, se necesita menos presión del timón. Se observará que los controles se cruzan ligeramente en el viraje ascendente a derecha debido a la necesidad de una presión de alerón izquierdo para evitar un alabeo excesivo y timón derecho para superar el par.

La potencia correcta para el ocho perezoso es la que mantendrá la altitud a las velocidades máxima y mínima utilizada durante los ascensos y descensos del ocho. Obviamente, si se usa exceso de potencia, el avión habrá ganado altura cuando se haya completado la maniobra; si se usa potencia insuficiente, se habrá perdido altitud.

Errores comunes en la realización de ochos perezosos son:

- Falla en observar adecuadamente el área.
- Uso de la nariz o la parte superior del capot del motor, en lugar del eje longitudinal real, lo que resulta en rizos no simétricos.
- Observar el avión en lugar de los puntos de referencia.
- Planificación inadecuada, dando lugar a los picos por encima y por debajo del horizonte no estar en el lugar adecuado.
- Tosquedad en el control, por lo general causada por intentos de contrarrestar la mala planificación.
- Aumento o pérdida de altitud persistente, con la finalización de cada ocho.
- Intento de realizar la maniobra de forma rítmica, lo que resulta en mala simetría.
- Permitir que el avión "caiga" de la parte superior de los rizos en lugar de volar el avión durante la maniobra.
- Deslizamiento y/o derrape.
- Falla al vigilar otros tránsitos durante la maniobra.

Capítulo 10

Operaciones Nocturnas

VISIÓN NOCTURNA

En general, la mayoría de los pilotos están mal informados sobre la visión nocturna. Los ojos humanos no funcionan tan eficazmente en la noche como los ojos de los animales de hábitos nocturnos, pero si los humanos aprenden a usar sus ojos correctamente y conocen sus limitaciones, la visión nocturna se puede mejorar significativamente. Hay varias razones para entrenar a usar los ojos correctamente.

Una razón es que el cerebro y los ojos actúan como un equipo para que una persona vea bien; ambos miembros del equipo deben ser utilizados eficazmente. La construcción de los ojos es tal que para ver en la noche se utilizan de manera diferente que durante el día. Por lo tanto, es importante entender la construcción del ojo y cómo el ojo es afectado por la oscuridad.

Innumerables nervios sensibles a la luz, llamados "conos" y "bastones", se encuentran en la parte posterior del ojo o retina, una capa sobre la que se enfocan todas las imágenes. Estos nervios se conectan a las células del nervio óptico, que transmiten los mensajes directamente al cerebro.Los conos están situados en el centro de la retina, y los bastones se concentran en un anillo alrededor de los conos. [Figura 10-1]

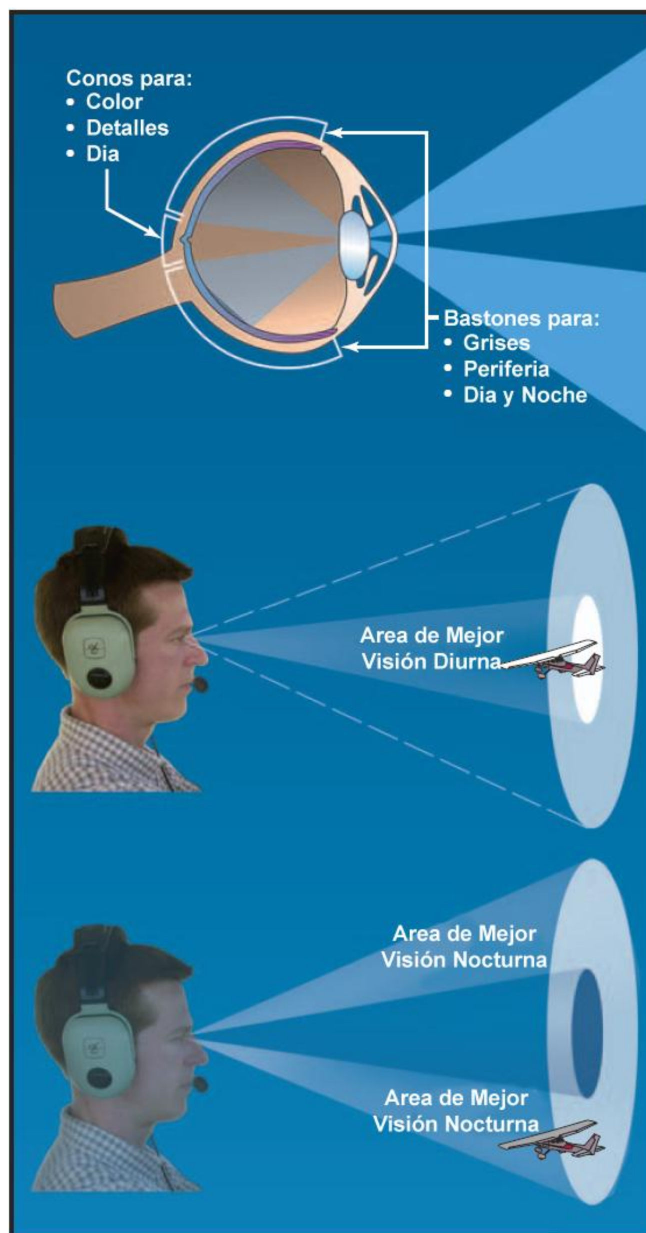


Figura 10-1. Conos y bastones.

La función de los conos es detectar el color, detalles, y objetos lejanos. Los bastones funcionan cuando algo es visto por el rabillo del ojo o visión periférica. Detectan objetos, en particular los que están en movimiento, pero no dan detalles o color, sólo tonos de gris. Tanto los conos como los bastones se utilizan para la visión durante el día.

Aunque no hay una clara división de las funciones, los bastones hacen posible la visión nocturna. Los bastones y conos funcionan con luz del día y la luz de la luna, pero en ausencia de luz normal, el proceso de visión nocturna se realiza casi enteramente por los bastones.

El hecho de que los bastones se distribuyen en una banda alrededor de los conos y no se encuentran directamente detrás de las pupilas hace importante la visión periférica (mirar a un costado de un objeto) durante el vuelo nocturno. Durante el día, un objeto puede ser visto mejor mirando directamente a él, pero por la noche es más efectivo un procedimiento de

exploración para poder ver el objeto fuera del centro. Por lo tanto, el piloto debe practicar conscientemente este procedimiento de exploración para mejorar la visión nocturna.

La adaptación del ojo a la oscuridad es otro aspecto importante de la visión nocturna.Cuando se entra en una habitación oscura, es difícil ver algo hasta que los ojos se acostumbraron a la oscuridad.Casi todo el mundo ha experimentado esto después de entrar en una sala de cine a oscuras. En este proceso, las pupilas de los ojos primero se agrandan para recibir la mayor cantidad de luz disponible. Después de 5 a 10 minutos aproximadamente, los conos se acostumbran a la tenue luz y los ojos se hacen 100 veces más sensibles a la luz de lo que eran antes de que se entrara en el cuarto oscuro. Mucho más tiempo, unos 30 minutos, es necesario para que los bastones se acostumbren a la oscuridad, pero cuando se acostumbran, son 100.000 veces más sensibles a la luz de lo que eran en la zona iluminada. Después de que se completa el proceso de adaptación, se puede ver mucho más, sobre todo si los ojos se utilizan correctamente.

Después de que los ojos se han adaptado a la oscuridad, todo el proceso se invierte al entrar en una habitación iluminada. Los ojos primero están deslumbrados por el brillo, pero se vuelven ajustar completamente en muy pocos segundos, perdiendo así su adaptación a la oscuridad. Ahora bien, si se vuelve a entrar el cuarto oscuro, los ojos pasan de nuevo por el largo proceso de adaptación a la oscuridad.

El piloto antes y durante el vuelo nocturno debe considerar el proceso de adaptación de los ojos. Primero, se debe permitir que los ojos se adapten a los bajos niveles de luz y entonces debe ser mantenida la adaptación. Después de que los ojos se han adaptado a la oscuridad, el piloto debe evitar la exposición de los mismos a cualquier luz blanca brillante que causará ceguera temporal y podría dar lugar a consecuencias graves.

La ceguera temporal, causada por una luz inusualmente brillante, puede dar lugar a ilusiones o imágenes posteriores hasta que los ojos se recuperan de la luminosidad. El cerebro crea esas ilusiones reportadas por los ojos. Esto da lugar a juzgar mal o identificar incorrectamente los objetos, tales como confundir nubes inclinadas con el horizonte o áreas pobladas con un campo de aterrizaje. El vértigo se experimenta como una sensación de mareo y desequilibrio que puede crear o aumentar las ilusiones. Las ilusiones parecen muy reales y los pilotos de todos los niveles de experiencia y habilidad pueden verse afectados. Saber que el cerebro y los ojos pueden jugar malas pasadas de esta manera es la mejor protección para volar por la noche.

Una buena visión depende de la condición física. La fatiga, resfriados, deficiencia de vitaminas, alcohol, estimulantes, tabaco o medicamentos pueden afectar seriamente la visión. Teniendo en cuenta estos hechos y tomar las precauciones adecuadas debe salvaguardar la visión nocturna.

Además de los principios discutidos anteriormente, los siguientes puntos ayudarán a aumentar la eficacia de la visión nocturna.

- Adaptar los ojos a la oscuridad antes del vuelo y mantenerlos adaptados.Se necesitan unos 30 minutos para ajustar los ojos a la máxima eficiencia después de la exposición a una luz brillante.
- Si dispone de oxígeno, úselo durante el vuelo nocturno. Tenga en cuenta que un importante deterioro en la visión nocturna puede ocurrir a altitudes de cabina de tan sólo 5.000 pies.
- Cierre un ojo cuando se exponga a una luz brillante para ayudar a evitar el efecto cegador.
- No use anteojos de sol después de la puesta del sol.
- Mueva los ojos más lentamente que durante el día.
- Parpadee los ojos si se vuelven borrosos.
- Concéntrese en ver objetos.
- Obligar a los ojos para ver fuera del centro.
- Mantenga una buena condición física.
- Evite fumar, beber y usar drogas que pueden ser perjudiciales.

ILUSIONES NOCTURNAS

Además de las limitaciones de la visión nocturna, los pilotos deben saber que las ilusiones nocturnas pueden causar confusión y preocupaciones durante los vuelos nocturnos. La siguiente discusión cubre algunas de las situaciones comunes que causan ilusiones asociadas con los vuelos nocturnos.

En una noche clara, las luces estacionarias distantes pueden ser confundidas con estrellas u otras aeronaves. Incluso las luces pueden confundir a un piloto e indicar un falso horizonte. Ciertos patrones geométricos de las luces en tierra, como una autopista, pista de aterrizaje, aproximación, o incluso las luces de un tren en movimiento, puede causar confusión. Las noches oscuras tienden a eliminar la referencia a un horizonte visual. Como resultado, los pilotos tienen que depender

menos de las referencias externas en la noche y más en los instrumentos de vuelo y navegación.

La autokinesis visual puede ocurrir cuando un piloto mira fijo a una sola fuente de luz durante varios segundos en una noche oscura. El resultado es que la luz parece moverse. El efecto de autokinesis no se producirá si el piloto expande el campo visual. Es un buen procedimiento no mirar a una sola fuente de luz.

Distracciones y problemas pueden resultar de una luz parpadeante en la cabina, luz anticolisión, luces estroboscópicas o luces de otros aviones y pueden causar vértigo por parpadeo. Si continua, las posibles reacciones físicas pueden ser náuseas, mareos, somnolencia, pérdida del conocimiento, dolores de cabeza o confusión. El piloto debe tratar de eliminar cualquier fuente de luz que parpadean o causen problemas en la cabina.

Una aproximación de agujero negro se produce cuando el aterrizaje se hace a partir del agua o terreno sin iluminación donde las luces de la pista son la única fuente de luz. Sin señales visuales periféricas para ayudar, los pilotos tendrán problemas para orientarse en relación con la Tierra. La pista puede parecer fuera de posición (descendente o ascendente) y en el peor de los casos, resulta en un aterrizaje corto, fuera de la pista. Si está disponible una senda de planeo electrónica o indicador de pendiente de aproximación visual (VASI), debe ser usado. Si no están disponibles ayudas a la navegación (NAVAIDS), se debe prestar atención al uso de los instrumentos de vuelo para ayudar a mantener la orientación y una aproximación normal. Si en cualquier momento el piloto no está seguro de su posición o actitud, debe ser ejecutada una aproximación frustrada.

Los sistemas de iluminación de aproximación y de pista brillantes, especialmente cuando pocas luces iluminan el terreno circundante, pueden crear la ilusión de menor distancia a la pista. En esta situación, la tendencia es a volar una aproximación alta. También, cuando se vuela sobre terreno con pocas luces, hará que la pista parezca retroceder o más lejana. En esta situación, la tendencia común es a realizar una aproximación por debajo de lo normal. Si la pista tiene una ciudad en la distancia sobre un terreno más alto, la tendencia será a realizar una aproximación por debajo de lo normal. Una buena revisión del diseño del aeródromo y alrededores antes de iniciar cualquier aproximación ayudará al piloto a mantener un ángulo de aproximación seguro.

Las ilusiones creadas por las luces de pista dan lugar a una variedad de problemas. Luces brillantes o colores llamativos avanzan la pista, haciéndola parecer más cerca.

Los aterrizajes nocturnos se complican aún más por la dificultad de juzgar la distancia y la posibilidad de confundir las luces de aproximación y de pista. Por ejemplo, cuando una doble línea de luces de aproximación se unen a las luces del borde de pista, puede haber confusión sobre dónde terminan las luces de aproximación y comienzan las luces de pista. Bajo ciertas condiciones, las luces de aproximación pueden hacer que el avión parezca más alto en el viraje a final, que cuando sus alas están niveladas.

EQUIPO DEL PILOTO

Antes de comenzar un vuelo nocturno, considere cuidadosamente el equipo personal que tendrá a disposición durante el vuelo. Por lo menos se recomienda una linterna confiable como equipamiento normal en todos los vuelos nocturnos. Recuerde colocar un juego de pilas en el kit de vuelo. Es preferible una linterna de tamaño de baterías D con un mecanismo de conmutación que se puede utilizar para seleccionar luz blanca o roja. La luz blanca se utiliza al realizar la inspección visual del avión previa al vuelo, y la luz roja se utiliza cuando se realizan operaciones de cabina. Ya que la luz roja no es deslumbrante, no va a perjudicar la visión nocturna. Algunos pilotos prefieren dos linternas, una con una luz blanca para la verificación previa, y la otra una linterna tipo lápiz con luz roja. Esta última puede ser suspendida por una cadena alrededor del cuello para asegurar que la luz es siempre fácil de alcanzar. Una palabra de advertencia; si se usa una luz roja para la lectura de una carta aeronáutica, las características de color rojo de la carta no se verán.

Las cartas aeronáuticas son esenciales para un vuelo de travesía nocturno, y si la ruta prevista está cerca del borde de la carta, la carta adyacente también debe estar disponible. Las luces de ciudades y pueblos se pueden ver a distancias sorprendentes en la noche, y si esta carta adyacente no está disponible para identificar los puntos de referencia, puede resultar confuso. Independientemente del equipo usado, la organización de la cabina disminuye la carga del piloto y mejora la seguridad.

EQUIPO Y LUCES DEL AVIÓN

Las Regulaciones especifican los equipos mínimos básicos del avión, requeridos para el vuelo nocturno. Este equipo incluye sólo instrumentos básicos, luces, la fuente de energía eléctrica y fusibles de repuesto.

Los instrumentos estándar necesarios para el vuelo por instrumentos son muy valiosos para el control de la aeronave en la noche. Un sistema de luces anticolisión, incluyendo balizas que parpadean o giran y luces de posición, son equipos del avión requeridos. Las luces

de posición del avión están dispuestas de forma similar a las de los barcos. Una luz roja se coloca en el extremo del ala izquierda, una luz verde en el extremo del ala derecha, y una luz blanca en la cola. [Figura 10-2]



Figura 10-2. Luces de posición.

Esta disposición proporciona un medio por el cual los pilotos pueden determinar la dirección general del movimiento de otros aviones en vuelo. Si se observan tanto una luz roja como una verde de otra aeronave, el avión estaría volando hacia el piloto, y podría estar en rumbo de colisión.

Las luces de aterrizaje no sólo son útiles para el rodaje, despegues, y aterrizajes, sino también provee un medio por el cual los aviones pueden ser vistos en la noche por otros pilotos. La Administración Federal de Aviación (en EEUU) ha puesto en marcha un programa piloto voluntario de seguridad llamado "Luces Operativas ON". La idea de "luces encendidas" es mejorar el concepto de "ver y ser visto" para evitar colisiones tanto en el aire como en tierra, y para reducir la posibilidad de choques con aves. Se alienta a los pilotos a encender sus luces de aterrizaje cuando operan dentro de 10 millas de un aeropuerto. Esto es tanto para el día como para la noche, o en condiciones de visibilidad reducida. Esto también se debe hacer en las áreas donde se pueden esperar bandadas de pájaros.

Aunque encender las luces de aviones apoya el concepto de ver y ser visto, los pilotos no deberían ser complacientes acerca de mantener la búsqueda de otras aeronaves. La mayoría de las luces de aviones se mezclan con las estrellas o las luces de las ciudades por la noche y pasan desapercibidas a menos que se haga un esfuerzo consciente para distinguirlas de otras luces.

LUCES DE AYUDA EN AERODROMO Y NAVEGACIÓN

Los sistemas de iluminación utilizados en aeródromos, pistas de aterrizaje, obstrucciones y otras ayudas visuales por la noche son otros aspectos importantes de los vuelos nocturnos.

Los aeropuertos iluminados situados lejos de las zonas congestionadas pueden ser fácilmente identificados a la noche por las luces que marcan las pistas. Los aeropuertos ubicados cerca o dentro de las grandes ciudades son a menudo difíciles de identificar en el laberinto de luces. Es importante no sólo saber la ubicación exacta de un aeropuerto en relación con la ciudad, sino también ser capaz de identificar estos aeródromos por las características de su patrón de iluminación.

Las luces aeronáuticas están diseñadas e instaladas en variedad de colores y configuraciones, cada una con su propio propósito. Aunque algunas luces sólo se utilizan durante condiciones de visibilidad y techos bajos, esta discusión incluye sólo las luces que son fundamentales para la operación nocturna bajo reglas de vuelo visual (VFR).

Se recomienda que antes de un vuelo nocturno, y en particular un vuelo de travesía nocturno, el piloto verifique la disponibilidad y el estado de los sistemas de iluminación en el aeródromo de destino. Esta información se puede encontrar en las cartas aeronáuticas y en el *Directorio de Aeropuertos.* El estado de cada instalación se puede determinar revisando los pertinente *Avisos a los Aviadores* (NOTAM).

Una baliza rotatoria se utiliza para indicar la ubicación de la mayoría de los aeropuertos. La baliza gira a una velocidad constante, produciendo lo que parece ser una serie de destellos de luz a intervalos regulares. Estos destellos pueden ser uno o dos colores diferentes que se utilizan para identificar los distintos tipos de zonas de aterrizaje. Por ejemplo:

- Aeródromo de tierra civil iluminado – blanco y verde alternados.
- Aeródromo de agua civil iluminado – blanco y amarillo alternados.
- Aeródromo militar iluminado – blanco y verde alternados, pero se diferencian de los aeropuertos civiles por dos rápidos destellos blancos, luego verde.

Balizas que producen destellos rojos indican obstruc-ciones o zonas consideradas peligrosas para la navegación aérea. Luces rojas encendidas permanentes

se usan para marcar obstrucciones en o cerca de los aeropuertos y a veces como complemento de luces destellantes en las obstrucciones en ruta. Luces blancas destellantes de alta intensidad se utilizan para marcar algunas estructuras de soporte de líneas de transmisión que se extienden a través de ríos, abismos y desfiladeros. Estas luces de alta intensidad también se utilizan para identificar estructuras altas, tales como chimeneas y torres.

Como resultado de los avances tecnológicos en aviación, los sistemas de iluminación de pista se han vuelto muy sofisticados para permitir aterrizajes y despegues en diferentes condiciones climáticas. Sin embargo, el piloto cuyo vuelo está limitado solo a VFR tiene que conocer la siguiente iluminación básica de las pistas y calles de rodaje.

El sistema básico de iluminación de pista consiste en dos líneas paralelas rectas de luces de borde de pista que definen los límites laterales de la pista. Estas luces son de color blanco, aunque puede ser sustituido por color amarillo a una distancia de 2.000 pies del final de pista para indicar una zona de precaución. En algunos aeropuertos, la intensidad de las luces de borde de pista se puede ajustar para satisfacer las necesidades individuales de cada piloto. Los límites de longitud de la pista se definen por líneas de luces cruzando los extremos de la pista. En algunos aeropuertos, las luces de umbral de pista son de color verde, y las luces de final de pista son de color rojo.

En muchos aeropuertos, las calles de rodaje también se iluminan. Un sistema de iluminación del borde de calle de rodaje consiste en luces azules que marcan los límites utilizables de rodaje.

PREPARACIÓN Y PRE VUELO

El vuelo nocturno requiere que los pilotos conozcan, y operen dentro de sus capacidades y limitaciones. Aunque la planificación cuidadosa de cualquier vuelo es esencial, los vuelos nocturnos exigen más atención a los detalles de la preparación y la planificación previa al vuelo.

La preparación para un vuelo nocturno debería incluir una revisión exhaustiva de los informes y pronósticos meteorológicos disponibles, con especial atención a la diferencia de temperatura/punto de rocío. Una poca diferencia de temperatura/punto de rocío puede indicar la posibilidad de niebla. También se debe poner énfasis en la dirección y velocidad del viento, ya que su efecto sobre el avión no puede ser tan fácilmente detectado por la noche como durante el día.

En vuelos nocturnos de travesía, se deben seleccionar las cartas aeronáuticas apropiadas, incluyendo las cartas adyacentes apropiadas. Las líneas de rumbo deben ser dibujadas en negro para que sean más visibles.

Deben seleccionarse puntos de control prominentes iluminados a lo largo del rumbo preparado. Balizas rotatorias en aeropuertos, obstrucciones iluminadas, luces de ciudades o pueblos, y luces de tránsito de autopistas ofrecen excelentes puntos de control visual. El uso de radioayudas a la navegación e instalaciones de comunicaciones aumentaran significativamente la seguridad y eficiencia de los vuelos nocturnos.

Todo el equipo personal se debe chequear antes del vuelo para asegurar su correcto funcionamiento. Es muy desconcertante encontrar, al momento de la necesidad, de que una linterna, por ejemplo, no funciona.

Todas las luces del avión se deben encender momentaneamente y verificadas su funcionamiento. Las luces de posición se pueden comprobar por conexiones flojas tocando la lámpara. Si las luces parpadean al ser golpeadas ligeramente, antes del vuelo se debe hacer una mayor investigación para determinar la causa.

La plataforma de estacionamiento debe ser examinada antes de entrar en el avión. Durante el día, es muy fácil ver las escaleras, calzos de ruedas, y otros obstáculos, pero por la noche es más difícil. Un chequeo de la zona puede impedir contratiempos en el rodaje.

ARRANQUE, RODAJE Y CALENTAMIENTO

Después de que el piloto está sentado en la cabina y antes de arrancar el motor, todos los elementos y materiales que se usarán en el vuelo deben disponerse de tal manera que estén fácilmente disponibles y cómodos de usar.

Se debe tomar precaución adicional en la noche para asegurar que la zona de la hélice esté despejada. Al encender la baliza rotatoria, o parpadear las luces de posición del avión servirá para alertar a las personas en las inmediaciones de permanecer alejadas de la hélice. Para evitar la descarga excesiva de corriente eléctrica de la batería, se recomienda que los aparatos eléctricos innecesarios se apaguen hasta que el motor haya arrancado.

Después de arrancar y antes de rodar, se debe encender la luz de rodaje o aterrizaje. El uso continuo de la luz de aterrizaje con las r.p.m. normalmente utilizadas para el rodaje puede drenar excesivamente el sistema eléctrico del avión. Además, el recalentamiento de la luz de aterrizaje podría convertirse en un problema debido al flujo de aire inadecuado para sacar el calor. Las luces de aterrizaje deben utilizarse según sea necesario durante el rodaje. Al utilizar las luces de

aterrizaje, debe considerarse la posibilidad de no deslumbrar a los demás pilotos. Ruede lentamente, sobre todo en zonas congestionadas. Si hay líneas de rodaje pintadas en la plataforma o calle de rodaje, se deben seguir estas líneas para asegurar un camino adecuado a lo largo del camino.

Se deben utilizar las listas de verificación previas al despegue y calentamiento. Durante el día, el movimiento hacia adelante del avión puede ser detectado fácilmente. Por la noche, el avión podría moverse hacia adelante sin que se note a menos que el piloto esté alerta a esta posibilidad. Mantenga o bloquee los frenos durante el chequeo y esté alerta a cualquier movimiento hacia adelante.

DESPEGUE Y ASCENSO

El vuelo nocturno es muy diferente al diurno y exige más atención del piloto. La diferencia más notable es la limitada disponibilidad de referencias visuales externas. Por lo tanto, los instrumentos de vuelo deben utilizarse en mayor medida para el control de la aeronave. Esto es particularmente cierto en los despegues y ascensos nocturnos. Las luces de la cabina deben ajustarse a un brillo mínimo que permita al piloto leer los instrumentos y los interruptores y sin embargo no impida la visión del piloto hacia afuera. Esto también eliminará los reflejos de luz en el parabrisas y las ventanas.

Después de asegurarse de que la aproximación final y la pista están libres de otro tránsito, o cuando se autoriza el despegue por la torre, las luces de aterrizaje y rodaje se deben encender y el avión se alinea con la línea central de la pista. Si la pista no tiene línea central iluminada, use la línea central pintada y las luces de borde de pista. Después de que el avión esté alineado, se debe observar o ajustar el indicador de rumbo para que coincida con la dirección conocida de la pista. Para comenzar el despegue, se deben liberar los frenos y avanzar suavemente el acelerador a la máxima potencia permitida. A medida que el avión acelera, hay que mantenerlo en movimiento en línea recta entre medio, y paralelo, a las luces de borde de pista.

El procedimiento para los despegues nocturnos es el mismo que para los despegues normales durante el día, excepto que muchas de las señales visuales de la pista no están disponibles. Por lo tanto, los instrumentos de vuelo se deben revisar con frecuencia durante el despegue para asegurar que se alcanza la posición de cabeceo adecuada, rumbo y velocidad. A medida que la velocidad llega a la velocidad de despegue normal, la actitud de cabeceo se debe ajustar a la que se establece en un ascenso normal. Esto se debe llevar a cabo con referencia tanto a las referencias visuales externas, tales como las luces, y los instrumentos de vuelo. [Figura 10-3]



Figura 10-3. Establezca un ascenso positivo.

Después de ir al aire, la oscuridad de la noche a menudo hace difícil notar si el avión está cada vez más cerca o más lejos de la superficie. Para asegurarse de que el avión continúa en un ascenso positivo, asegúrese que el indicador de actitud, indicador de velocidad vertical (VSI), y un altímetro indican un ascenso. También es importante verificar que la velocidad es la de mejor velocidad de ascenso.

Deben hacerse los ajustes necesarios de cabeceo y alabeo por referencia a los indicadores de actitud y rumbo. Se recomienda no hacer virajes hasta llegar a una altitud de maniobra segura.

Aunque el uso de luces de aterrizaje proporcionan ayuda durante el despegue, se vuelven ineficaces después de que el avión ha subido a una altitud donde el haz de luz ya no se extiende a la superficie. La luz puede provocar distorsión cuando es reflejada por la bruma, humo, o niebla que pudiera existir en el ascenso. Por lo tanto, cuando se utiliza la luz de aterrizaje para el despegue, se puede apagar después de que está bien establecido el ascenso ya que el resto del tránsito en la zona no requiere su uso para la prevención de colisiones.

ORIENTACIÓN Y NAVEGACIÓN

Generalmente, de noche es difícil ver las nubes y restricciones a la visibilidad, sobre todo en las noches oscuras o con cielo nublado. El piloto volando bajo VFR debe ejercitar cautela para evitar volar en las nubes o en una capa de niebla. Usualmente, el primer indicio de estar volando en condiciones de visibilidad restringidas es la desaparición gradual de las luces del suelo. Si las luces comienzan a adquirir una apariencia de estar rodeado de un halo o resplandor, el piloto debe

tener precaución al tratar de volar en esa misma dirección. Tal halo o resplandor alrededor de las luces en el suelo es indicativo de niebla en tierra. Recuerde que si debe descender a través de la niebla, el humo o neblina para aterrizar, la visibilidad horizontal es considerablemente menor que cuando se mira a través de esa restricción directamente hacia abajo. Bajo ninguna circunstancia se debe hacer un vuelo VFR nocturno en condiciones pobres o marginales de clima a menos que tanto el piloto como el avión estén certificados y equipados para vuelo bajo reglas de vuelo por instrumentos (IFR).

El piloto debe practicar y adquirir competencia en el vuelo recto y nivelado, ascenso y descenso, virajes nivelados, virajes en ascenso y descenso y virajes escarpados. También se debe practicar la recuperación de actitudes inusuales, pero sólo en vuelos con un instructor. El piloto también debe practicar estas maniobras con todas las luces de cabina apagadas. Este entrenamiento sin luces es necesario si el piloto experimenta una falla eléctrica o en la luz de los instrumentos. El entrenamiento también debe incluir el uso de los equipos de navegación y NAVAIDs locales.

A pesar de un menor número de referencias o puntos de control, los vuelos nocturnos de travesía no presentan problemas particulares si es adecuada la planificación previa, y el piloto continúa controlando la posición, tiempos estimados y combustible consumido. Las NAVAIDs, si están disponibles, deben utilizarse para ayudar a controlar el progreso en ruta.

Cruzar grandes cuerpos de agua por la noche en aviones monomotor podría ser potencialmente peligroso, no sólo desde el punto de vista del aterrizaje en el agua, sino también porque con poca o ninguna iluminación el horizonte se mezcla con el agua, en cuyo caso, la percepción y orientación en profundidad se vuelven difíciles. Durante condiciones de mala visibilidad sobre el agua, el horizonte se volverá oscuro, y puede resultar en una pérdida de orientación. Incluso en noches claras, las estrellas pueden reflejarse en la superficie del agua, lo que podría parecer como una serie continua de las luces, haciendo al horizonte difícil de identificar.

Las pistas iluminadas, edificios u otros objetos pueden causar ilusiones al piloto cuando se ven desde diferentes alturas. A una altitud de 2.000 pies, un grupo de luces en un objeto se pueden ver individualmente, mientras que a 5000 pies o más, las mismas luces podrían parecen ser una masa única de luz. Estas ilusiones pueden llegar a ser bastantes agudas con cambios de altitud y si no se superan podrían presentar problemas respecto a las aproximaciones a pistas iluminadas.

APROXIMACIONES Y ATERRIZAJES

Cuando se aproxima al aeropuerto para entrar en el circuito de tránsito y aterrizar, es importante que las luces de la pista y otra iluminación del aeropuerto se identifiquen lo antes posible. Si la disposición del aeropuerto es desconocido para el piloto, ver la pista puede ser difícil hasta estar muy cerca debido al laberinto de luces observadas en el área. [Figura 10-4] El piloto debería volar hacia el faro rotatorio hasta distinguir las luces de borde de pista. Para volar un circuito de tránsito de tamaño y dirección adecuada, las luces del umbral y borde de pista y deben ser identificadas positivamente. Una vez que se ven las luces del aeropuerto, estas luces se deben mantener a la vista durante toda la aproximación.

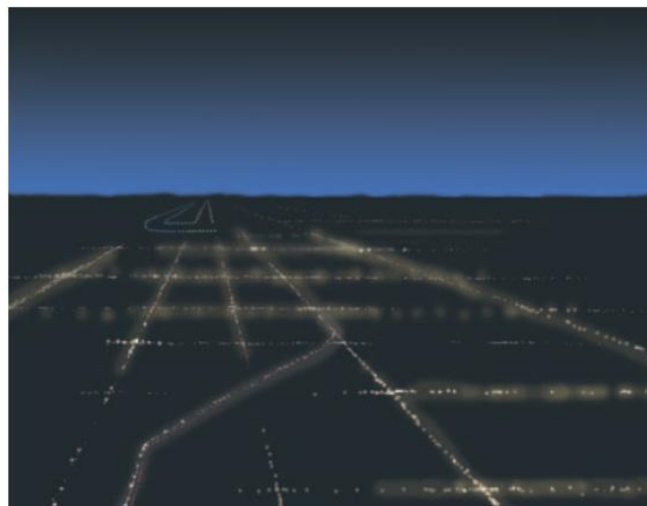


Figura 10-4. Use el patrón de luces para orientación.

La distancia puede ser engañosa por la noche debido a las condiciones de iluminación limitadas. Esto es causado por la falta de referencias sobre el terreno y la incapacidad del piloto para comparar el tamaño y la ubicación de los diferentes objetos en tierra. Esto también se aplica a la estimación de la altitud y la velocidad. En consecuencia, se debe depender más de los instrumentos de vuelo, particularmente el altímetro y el indicador de velocidad.

Al entrar en el circuito de tránsito, permita mucho tiempo para completar la lista de verificación antes del aterrizaje. Si el indicador de rumbo contiene una marca de rumbo, ajustarlo al rumbo de la pista será una excelente referencia para los tramos del circuito.

Se debe hacer el máximo esfuerzo para mantener las velocidades recomendadas y ejecutar la aproximación y aterrizaje de la misma manera que durante el día. Una aproximación baja y plana es definitivamente inadecuada durante una operación nocturna. El

altímetro y VSI deben estar constantemente comparados con la posición del avión a lo largo del tramo básico y aproximación final. Un indicador de pendiente de aproximación visual (VASI) es una ayuda indispensable para establecer y mantener una senda de planeo correcta. [Figura 10-5]

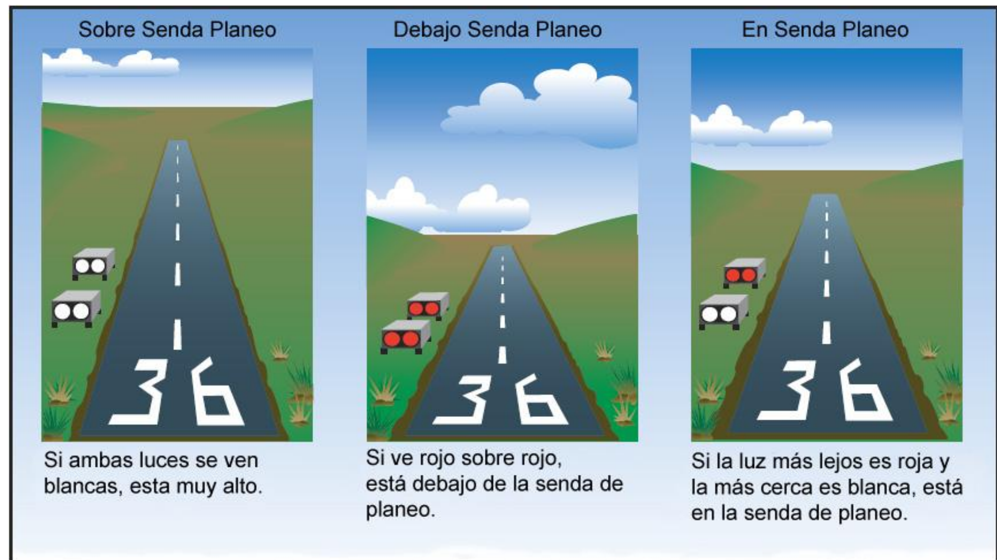


Figura 10-5. VASI.

Después de virar para la aproximación final y alinear el avión entre medio de las dos filas de luces de borde de pista, el piloto debe observar y corregir cualquier deriva del viento. Durante la aproximación final, se deben usar el cabeceo y la potencia para mantener una aproximación estabilizada. Los flaps se deben utilizar igual que en una aproximación normal. Usualmente, a mitad de camino de la aproximación final, se debe encender la luz de aterrizaje. Puede ser necesario usar la luz de aterrizaje desde antes por consideraciones de tránsito locales. La luz de aterrizaje es a veces ineficaz ya que el haz de luz por lo general no alcanza el suelo desde grandes alturas. La luz puede incluso ser reflejada hacia los ojos del piloto por cualquier neblina, humo, o niebla existente.

La recogida y toma se deben hacer en la misma manera que en aterrizajes diurnos. Por la noche, se ve afectado el reconocimiento de la altura, velocidad, y velocidad de descenso por la escasez de objetos observables en la zona de aterrizaje. El piloto inexperto puede tener una tendencia a recoger demasiado alto hasta acostumbrarse con la altura adecuada para la recogida correcta. Para ayudar a determinar el punto de recogida adecuada, continuar un descenso de aproximación constante hasta que las luces de aterrizaje se reflejen en la pista y se pueda ver claramente las marcas de neumáticos en la pista. En este punto la recogida debe iniciarse suavemente y reducir gradualmente el acelerador a ralentí a medida que el avión toma tierra. [Figura 10-6] Durante los aterrizajes sin el uso de luces de aterrizaje, la recogida puede iniciarse cuando las luces de la pista en el extremo lejano de la pista parecen elevarse más alto que la nariz del avión. Esto exige una recogida suave y muy oportuna, y requiere que el piloto sienta la superficie de la pista usando potencia y cambios de cabeceo, según sea necesario, para que el avión se asiente lentamente en la pista. Los aterrizajes a oscuras siempre deben incluirse en el entrenamiento nocturno de pilotos como procedimiento de emergencia.

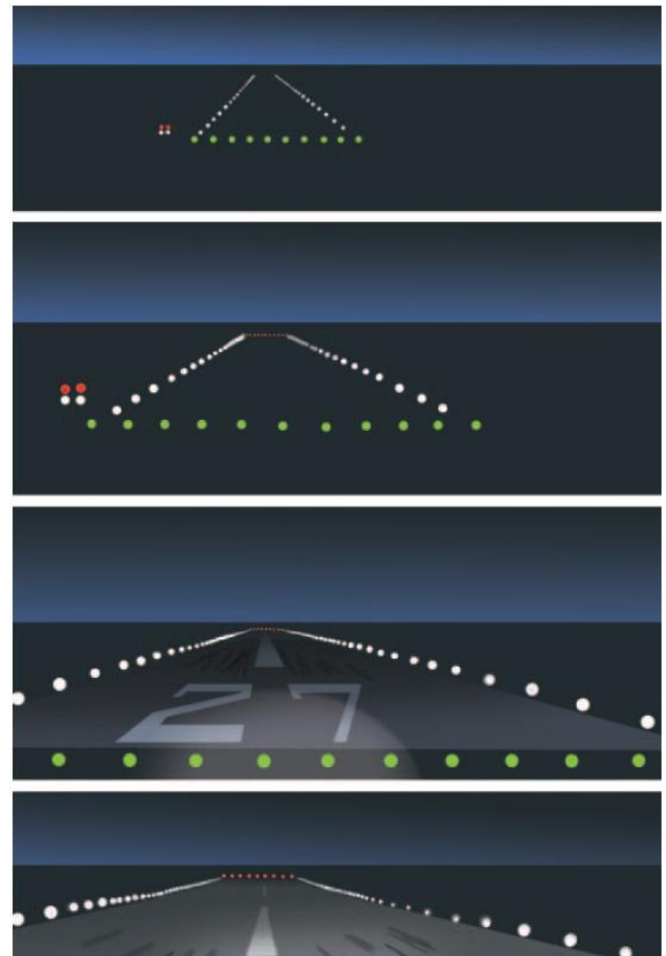


Figura 10-6. Iniciar la recogida cuando son visibles las marcas de neumáticos.

EMERGENCIAS NOCTURNAS

Tal vez la mayor preocupación del piloto al volar un avión de monomotor por la noche es la posibilidad de una falla total en el motor y el consiguiente aterrizaje de emergencia. Esta es una preocupación legítima, a pesar de que los accidentes más graves son por continuar el vuelo en condiciones meteorológicas adversas y malas decisiones del piloto.

Si el motor falla en la noche, varios procedimientos y consideraciones importantes a tener en cuenta son:

- Mantener el control positivo de la aeronave y establecer la mejor configuración y velocidad de planeo. Vire el avión hacia un aeropuerto o fuera de las áreas congestionadas.
- Verifique para determinar la causa del mal funcionamiento del motor, tales como la posición del selector de combustible, magnetos, o primer. Si es posible, debe ser corregida inmediatamente la causa de la avería y arrancar el motor.
- Anuncie la situación de emergencia al Control de Tránsito Aéreo (ATC) o UNICOM. Si ya está en contacto por radio con una dependencia, no cambie las frecuencias, a menos que se lo indiquen.
- Si se conoce la condición del terreno cercano, vire hacia una parte no iluminada de la zona. Planifique una aproximación de emergencia en una parte no iluminada.
- Considere, si es posible, una zona de aterrizaje de emergencia cerca de acceso público. Esto puede facilitar el salvamento o ayuda, si es necesario.
- Mantenga la orientación con el viento para evitar un aterrizaje con viento de cola.
- Complete la lista de comprobación antes de aterrizar, y compruebe las luces de aterrizaje por funcionamiento en altitud y enciéndalas con tiempo suficiente para iluminar el terreno u obstáculos a lo largo de la trayectoria de vuelo. El aterrizaje se debe completar en actitud de aterrizaje normal a la menor velocidad posible. Si las luces de aterrizaje son inutilizables y no hay referencias visuales externas disponibles, el avión se debe mantener en actitud de aterrizaje nivelado hasta tomar tierra.
- Después del aterrizaje, apague todos los interruptores y evacue el avión lo más rápido posible.



Capítulo 11

Transición a Aeronaves Complejas

AERONAVES COMPLEJAS Y DE ALTA PERFORMANCE

La transición a una aeronave compleja, o un avión de alto rendimiento, puede ser exigente para la mayoría de los pilotos sin experiencia previa. El mayor rendimiento y mayor complejidad requieren unas habilidades adicionales de planificación, juicio, y de pilotaje. La transición a estos tipos de aviones, por lo tanto, debería llevarse a cabo de una manera sistematica a través de un curso estructurado de entrenamiento administrado por un instructor de vuelo calificado.

Un avión complejo se define como un avión equipado con un tren de aterrizaje retráctil, flaps en las alas, y una hélice de paso variable. Para que un hidroavión sea considerado complejo, se requiere tener flaps y hélice de paso variable. Un avión de alta performance se define como un avión con un motor de más de 200 caballos de fuerza.

FLAPS ALARES

Los aviones pueden ser diseñados para volar rápido o lento. Las altas velocidades requieren perfiles aerodinámicos delgados, moderadamente **curvados** con una superficie de ala pequeña, donde la alta sustentación necesaria para velocidades bajas se obtiene con perfiles más gruesos altamente curvados con un área de ala grande. [Figura 11-1] Muchos intentos se han hecho para equilibrar este requisito conflictivo de alta velocidad de crucero y baja velocidad de aterrizaje.

Ya que un perfil aerodinámico no puede tener dos curvaturas diferentes al mismo tiempo, se pueden hacer una de dos cosas. O el perfil es un compromiso, o un perfil de crucero puede ser combinado con un dispositivo para aumentar la curvatura del perfil para el vuelo a baja velocidad. Un método para variar la curvatura de un perfil aerodinámico es la adición de los flaps del borde de salida. Los ingenieros llaman a estos dispositivos como sistemas de híper sustentación.

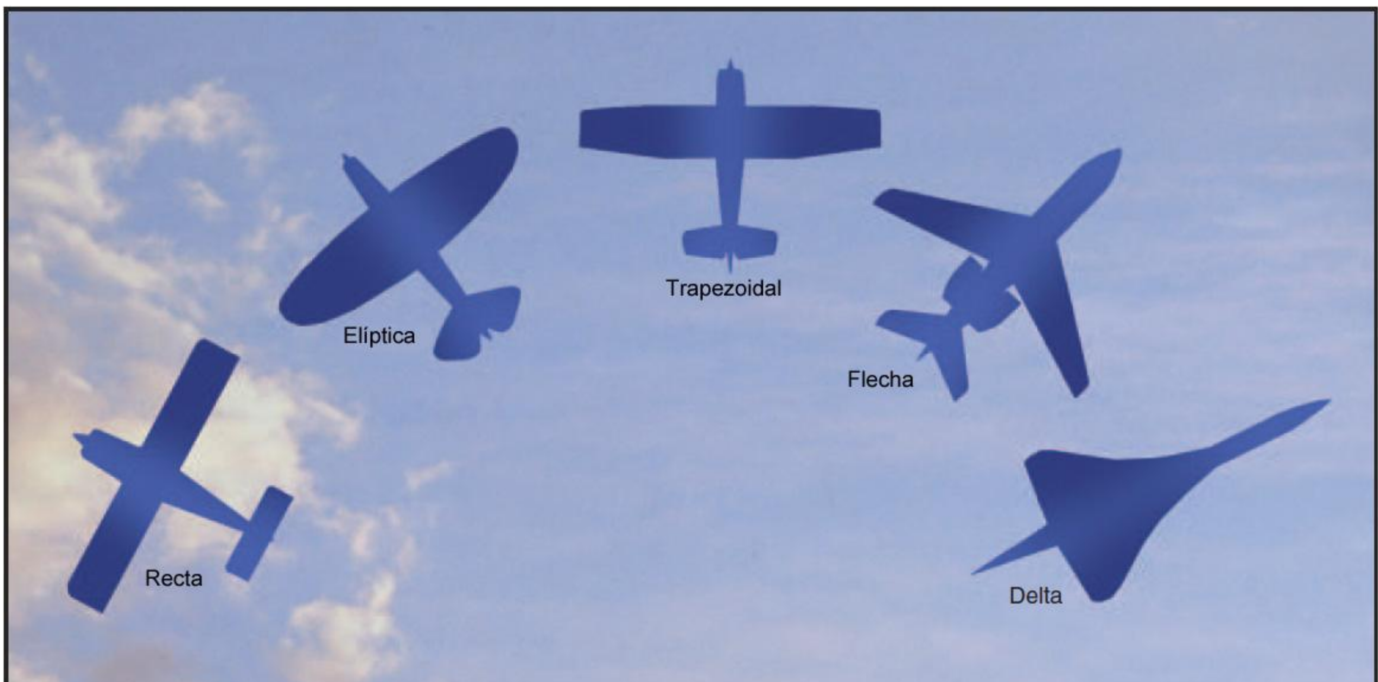


Figura 11-1. Tipos de perfiles aerodinámicos.

Función de los flaps

Los flaps trabajan principalmente cambiando la curvatura del perfil ya que la deflexión añade curvatura posterior. La deflexión del flap no aumenta el ángulo de ataque crítico (pérdida), y en algunos casos la desviación del flap en realidad disminuye el ángulo de ataque crítico.

La deflexión de las superficies de control de borde de salida, como el alerón, altera tanto la sustentación como la resistencia. Con la deflexión del alerón, hay elevación asimétrica (momento de alabeo) y resistencia (guiñada adversa). Los flaps se diferencian en que la deflexión actúa simétricamente en el avión. No hay alabeo o efecto de guiñada, y los cambios de cabeceo dependerán del diseño del avión.

El comportamiento de cabeceo depende del tipo de flap, la posición de ala, y la ubicación de la cola horizontal. El aumento de curvatura por deflexión del flap produce sustentación principalmente en la parte trasera del ala. Esto produce un momento de cabeceo nariz abajo; sin embargo, el cambio en la carga de la cola por el flujo descendente desviado por los flaps sobre la cola horizontal tiene una influencia significativa en el momento de cabeceo. En consecuencia, el comportamiento de cabeceo depende de las características de diseño del avión particular.

La deflexión del flap de hasta 15° produce principalmente sustentación con mínima resistencia. La tendencia a subir con la deflexión inicial del flap es debido al aumento de sustentación, pero el momento de cabeceo nariz abajo tiende a compensar el ascenso. La desviación más allá de 15° produce un gran aumento en la resistencia. La resistencia por deflexión del flap es **resistencia parásita,** y como tal es proporcional al cuadrado de la velocidad. Además, la deflexión más allá de 15° produce un significativo momento de cabeceo arriba en la mayoría de los aviones de ala alta porque el flujo descendente resultante aumenta el flujo de aire sobre la cola horizontal.

Eficacia de los flaps

La eficacia de los flaps depende de un número de factores, pero los más notables son el tamaño y el tipo. A los efectos de este capítulo, los flaps de borde de fuga se clasifican en cuatro tipos básicos: simple (bisagra), partido, ranurado, y Fowler. [Figura 11-2]

El flap simple o bisagra es una sección del ala con bisagras. La estructura y función son comparables a otras superficies de control: alerones, timón y elevador. El flap partido es más complejo. Es la parte inferior o intradós del ala; la deflexión del flap deja el borde de salida del ala sin perturbar. Es, sin embargo, más eficaz

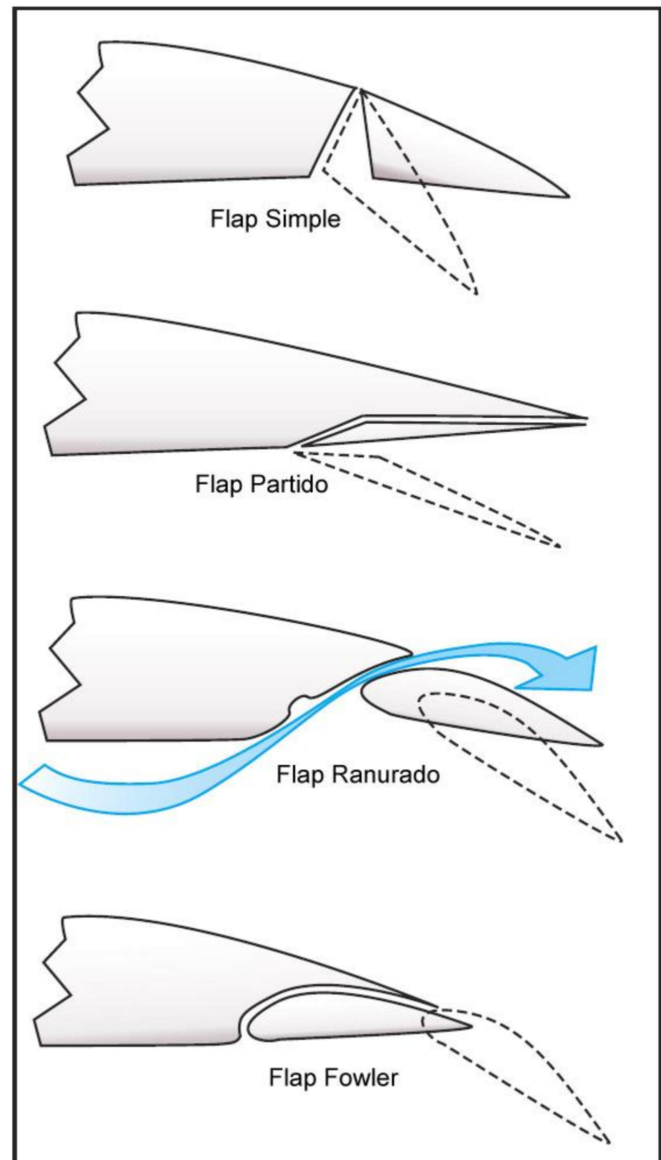


Figura 11-2. Cuatro tipos básicos de flaps.

que el flap simple debido a la mayor sustentación y menor momento de cabeceo, pero hay más resistencia. Los flaps partidos son más útiles para el aterrizaje, pero el flap simple parcialmente extendido tiene la ventaja en el despegue. El flap partido tiene una resistencia significativa a pequeñas deflexiones, mientras que el flap simple no, porque el flujo de aire se mantiene "unido" al flap.

El flap ranurado tiene un espacio entre el ala y el borde de ataque del flap. La ranura permite que el flujo de aire a alta presión en la superficie inferior del ala pase más energía la menor presión sobre la parte superior, lo que retrasa la separación del flujo. El flap ranurado tiene una mayor sustentación que el flap simple, pero menos que el flap partido; pero, debido a una mayor relación sustentación-resistencia, da una mejor performance de despegue y ascenso. Las pequeñas deflexiones del flap ranurado dan una resistencia

mayor que el flap simple, pero menos que el partido. Esto permite que el flap ranurado sea utilizado para el despegue.

El flap Fowler se extiende hacia abajo y hacia atrás para aumentar la superficie alar. Este flap puede ser multiranurado por lo que es el más complejo de los sistemas de borde de salida. Este sistema, sin embargo, da el máximo **coeficiente de sustentación**. Las características de resistencia a pequeñas deflexiones son como el flap ranurado. Debido a la complejidad estructural y la dificultad de sellar las ranuras, los flaps Fowler son más utilizados en los aviones más grandes.

Procedimientos operativos

Sería imposible hablar de todas las combinaciones de diseño de aviones y flaps. Esto pone de relieve la importancia del Manual de Vuelo del Avión y/o Manual de Operaciones del piloto (AFM/POH) aprobados para un avión determinado. Sin embargo, mientras que algunos de AFM/POH son específicos en cuanto a la utilización operativa de los flaps, muchos no. Por lo tanto, la operación de los flaps hace de importancia crítica el criterio del piloto. Además, la operación de los flaps es para los aterrizajes y despegues, durante los cuales el avión se encuentra en las proximidades del suelo, donde el margen de error es pequeño.

Dado que las recomendaciones que se dan en el AFM/POH de se basan en la combinación de diseño del avión y del flap, el piloto debe relacionar la recomendación del fabricante con los efectos aerodinámicos del flap. Esto requiere que el piloto tenga un conocimiento previo básico de la aerodinámica y geometría del flap. Con esta información, el piloto debe tomar una decisión en cuanto a los grados de deflexión del flap y el tiempo de deflexión basado en las condiciones de aproximación y de pista relativas a las condiciones de viento.

El tiempo de extensión del flap y el grado de deflexión están relacionados. Grandes deflexiones de flap en un solo punto en el circuito de tránsito producen grandes cambios de sustentación que requieren cambios significativos de potencia y cabeceo con el fin de mantener la velocidad y la senda de planeo. La deflexión incremental de los flaps en inicial, base y final permite menores ajustes de cabeceo y potencia en comparación con la extensión total de flaps de una vez. Este procedimiento facilita una aproximación más estabilizada.

Un aterrizaje en campo corto o blando requiere velocidad mínima en el momento del aterrizaje. Por lo tanto, se debe utilizar la deflexión de flap que resulta en mínima velocidad respecto al suelo. Si el franqueamiento de obstáculos es un factor, se debe usar la deflexión de flap que resulte en el ángulo más empinado de aproximación. Cabe señalar, sin embargo, que el ajuste de flap que da la velocidad mínima en el momento del aterrizaje no da necesariamente el ángulo más empinado de aproximación; sin embargo, la máxima extensión de flaps da el ángulo más empinado de aproximación y la velocidad mínima en la toma de contacto. La máxima extensión de flaps, sobre todo más allá de 30 a 35º, resulta en una gran cantidad de resistencia. Esto requiere de altos niveles de potencia que cuando usa flaps parciales. Debido al ángulo de aproximación de descenso pronunciado combinado con la potencia para contrarrestar la resistencia, el flare con full flaps se vuelve crítico. La resistencia produce una alta tasa de descenso que debe ser controlada con la potencia, ya que fallar en reducir la potencia a un ritmo tal que la potencia está al ralentí en el momento del aterrizaje permite al avión flotar sobre la pista. Una reducción de potencia demasiado pronto resulta en un aterrizaje duro.

La componente de viento cruzado es otro factor a considerar en el grado de extensión del flap. El flap extendido presenta una superficie sobre la que actúa el viento. En viento cruzado, el ala con flap en el lado del viento es más afectada que el ala contraria al viento. Esto es, sin embargo, eliminado a una pequeña medida en la aproximación de lado ya que el avión está más cerca de alinearse con el viento. Cuando se utiliza una aproximación con ala baja, sin embargo, el ala baja tapa parcialmente el flap hacia el viento, pero el diedro del ala combinado con el flap y el viento hace más difícil el control lateral. El control lateral se hace más difícil cuando el flap alcanza la máxima la extensión y el viento cruzado se hace perpendicular a la pista.

Los efectos del viento cruzado sobre el ala con flap se agudizan a medida que el avión se acerca a la tierra. El ala, el flap, y la tierra forman un "contenedor" que se llena de aire por el viento cruzado. Con el viento golpeando el flap extendido y el lateral del fuselaje y con el flap situado detrás del tren de aterrizaje, el ala hacia el viento tenderá a subir y el avión tenderá a virar hacia el viento. La correcta posición del control, por lo tanto, es esencial para mantener la pista alineada. También, puede ser necesario retraer los flaps al contacto positivo con el suelo.

La aproximación frustrada es otro factor a tener en cuenta al tomar una decisión sobre el grado de deflexión del flap y en qué lugar del circuito de tránsito extender los flaps. A causa del momento de cabeceo hacia abajo producido por la extensión de flaps, se utiliza el compensador para contrarrestar este momento de cabeceo. La aplicación de máxima potencia en la aproximación frustrada aumenta el flujo de aire sobre el ala con flaps. Esto produce sustentación adicional

produciendo un cabeceo hacia arriba. La tendencia nariz arriba no disminuye completamente con la retracción del flap debido a la configuración del compensador. La rápida retracción de flaps es deseable para eliminar la resistencia, permitiendo así un rápido aumento de la velocidad; sin embargo, la retracción de los flaps también disminuye la sustentación, por lo que el avión se hunde rápidamente.

El grado de deflexión del flap combinado con la configuración del diseño de la cola horizontal con respecto a las alas requiere que el piloto controle cuidadosamente el cabeceo y la velocidad, controle cuidadosamente la retracción del flap para reducir al mínimo la pérdida de altitud, y utilice correctamente el timón de dirección para la coordinación. Considerando estos factores, el piloto debe extender el mismo grado de deflexión en el mismo punto en el circuito de aterrizaje. Esto requiere que utilice un circuito de tránsito consistente. Por lo tanto, el piloto puede tener una secuencia de aproximación frustrada planificada de antemano basada en la posición del avión en el circuito de tránsito.

No hay una fórmula única para determinar el grado de deflexión del flap que se utilizará en el aterrizaje, porque un aterrizaje involucra variables que son dependientes unas de otras. El AFM/POH para el avión particular, contendrá las recomendaciones del fabricante para algunas situaciones de aterrizaje. Por otro lado, la información del AFM/POH sobre el uso del flap para el despegue es más precisa. Los requisitos del fabricante se basan en la performance en ascenso producido por un diseño de flap dado. Bajo ninguna circunstancia se debe exceder un ajuste de flap establecido en el AFM/POH para el despegue.

HÉLICE DE PASO CONTROLABLE

Las hélices de paso fijo están diseñadas para obtener el mejor rendimiento a una velocidad de rotación y velocidad hacia adelante. Este tipo de hélice proporciona un rendimiento adecuado en un estrecho rango de velocidades; sin embargo, la eficiencia sufrirá considerablemente fuera de este rango. Para proveer una alta eficiencia de la hélice en un amplio rango de operación, el **ángulo de pala de la hélice** debe ser controlable. La manera más conveniente de controlar el ángulo de pala de la hélice es por medio de un sistema de gobierno de velocidad constante.

Hélice de velocidad constante

La hélice de velocidad constante mantiene el ángulo de pala ajustado a la máxima eficacia para la mayoría de las condiciones de vuelo. Cuando un motor funciona a velocidad constante, el torque (potencia) ejercido por el motor en el eje de la hélice debe ser igual a la carga opuesta que produce la resistencia del aire. Las rpm se controlan regulando el torque absorbido por la hélice, en otras palabras, aumentando o disminuyendo la resistencia ofrecida por el aire a la hélice. En el caso de una hélice de paso fijo, el par absorbido por la hélice es función de la velocidad, o rpm. Si se cambia la potencia de salida del motor, el motor se acelera o desacelera hasta que se alcanza una rpm en la que la potencia suministrada es igual a la potencia absorbida. En el caso de una hélice de velocidad constante, la potencia absorbida es independiente de las rpm, variando el **paso** de las palas, la resistencia del aire y por lo tanto el torque o carga, se puede cambiar sin tener como referencia la velocidad de la hélice. Esto se logra con una hélice de velocidad constante por medio de un “governor”. El governor, en la mayoría de los casos, está unido al cigüeñal del motor y por lo tanto es sensible a los cambios a las rpm del motor

El piloto controla las rpm del motor indirectamente por medio de un control de la hélice en la cabina, que está conectado con el governor. Para potencia máxima al despegue, el control de hélice se mueve completamente hacia adelante a la posición de paso corto/altas rpm, y el acelerador se mueve hacia adelante a la posición de máxima presión de admisión permitida. Para reducir la potencia a la de ascenso o de crucero, se reduce la presión del múltiple hasta el valor deseado con el acelerador, y las rpm del motor se reducen moviendo el control de la hélice hacia atrás a la posición de paso largo/bajas rpm hasta que se observe en el tacómetro el número de rpm deseado. Retrocediendo el control de la hélice hace que las palas de la hélice se muevan a un ángulo mayor. El aumento del ángulo de pala de la hélice (ángulo de ataque) resulta en un aumento de la resistencia del aire. Esto coloca una carga en el motor por lo que se ralentiza. En otras palabras, la resistencia del aire a mayor ángulo de pala es mayor que el torque, o potencia, suministrada a la hélice por el motor, por lo que se ralentiza a un punto donde las dos fuerzas están en equilibrio.

Cuando un avión se inclina hacia arriba en un ascenso desde vuelo nivelado, el motor tenderá a reducir la velocidad. Dado que el governor es sensible a pequeños cambios de rpm del motor, disminuirá el ángulo de pala lo suficiente para evitar que la velocidad del motor caiga. Si el avión se inclina hacia abajo en un picado, el governor aumentará el ángulo de pala lo suficiente para evitar que el motor se sobre acelere. Esto permite al motor mantener unas rpm constantes, y por lo tanto mantener la potencia de salida. Los cambios en la velocidad y la potencia se pueden obtener cambiando las rpm a una presión del múltiple constante; cambiando la presión en el múltiple a rpm constantes; o cambiando tanto rpm como la

presión del múltiple. Por lo tanto la hélice de velocidad constante hace que sea posible obtener un número infinito de ajustes de potencia.

Despegue, ascenso, y crucero

Durante el despegue, cuando el movimiento de avance del avión se encuentra a bajas velocidades y cuando se requiere la máxima potencia y empuje, la hélice de velocidad constante mantiene un ángulo de pala (paso) bajo. El ángulo de pala bajo mantiene el ángulo de ataque, con respecto al viento relativo, pequeño y eficiente a la velocidad baja. [Figura 11-3]

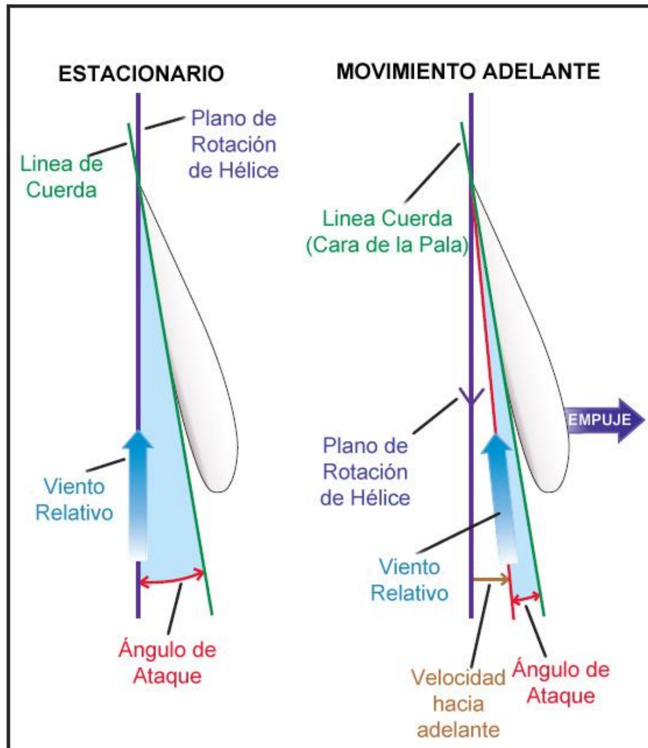


Figura 11-3. Ángulo de pala de la hélice.

Al mismo tiempo, permite a la hélice "cortar más fino" y manejar una masa de aire más pequeña por revolución. Esta pequeña carga permite que el motor gire a la máxima rpm y desarrolle la máxima potencia. Aunque la masa de aire por revolución es pequeña, el número de revoluciones por minuto es alto. El empuje es máximo al principio del despegue y luego disminuye a medida que el avión gana velocidad y la resistencia aumenta. Debido a la alta velocidad de la estela durante el despegue, se incrementa la sustentación efectiva del ala detrás de la hélice.

Al aumentar la velocidad después del despegue, la carga en el motor se aligera por el pequeño ángulo de pala. El governor percibe esto y aumenta ligeramente el ángulo de pala. De nuevo, a mayor ángulo de pala, con velocidades más altas, mantiene el ángulo de ataque con respecto al viento relativo pequeño y eficiente.

Para ascenso después del despegue, la potencia de salida del motor se reduce a potencia de ascenso disminuyendo de la presión de admisión y reduciendo las rpm por aumento del ángulo de pala. A la mayor velocidad (ascenso) y mayor ángulo de pala, la hélice maneja una mayor masa de aire por segundo a una velocidad de estela inferior. Esta reducción de la potencia se compensa por el aumento de la eficacia de la hélice. El ángulo de ataque se mantiene pequeño de nuevo por el aumento en el ángulo de pala con un aumento de la velocidad.

A la altitud de crucero, cuando el avión está en vuelo nivelado, se requiere menos potencia para producir una velocidad más alta que la usada en ascenso. En consecuencia, la potencia del motor se reduce de nuevo reduciendo la presión de admisión y aumentando el ángulo de pala (para disminuir las rpm). La mayor velocidad y mayor ángulo de pala permiten a la hélice manejar una masa aún mayor de aire por segundo a una velocidad de estela todavía más pequeña. A velocidades de crucero normal, la eficacia de la hélice es, o está cerca de ser la máxima. Debido al aumento del ángulo de pala y la velocidad, el ángulo de ataque es aún pequeño y eficiente.

Control del ángulo de pala

Una vez que el piloto selecciona los ajustes de rpm para la hélice, el governor de la hélice ajusta automáticamente el ángulo de pala para mantener el número de rpm seleccionado. Para esto usa presión de aceite. Generalmente, la presión de aceite usada para el cambio de pala viene directamente del sistema de lubricación del motor. Cuando se emplea un governor, se usa aceite del motor y la presión de aceite normalmente es impulsada por una bomba, que está integrada con el governor. Esta presión más alta proporciona un rápido cambio del ángulo de pala. Las rpm a las que opera la hélice se ajustan en la cabeza del governor. El piloto cambia el ajuste cambiando la posición del governor a través del control de la hélice en la cabina.

En algunas hélices de velocidad constante, los cambios de paso se obtienen por el uso del momento de torsión inherente centrífugo de las palas que tiende a aplanar las palas hacia un paso corto (o bajo), y la presión de aceite aplicada a un pistón hidráulico conectado a las palas de la hélice que los mueve hacia un paso largo (o alto). Otro tipo de hélice de velocidad constante utiliza contrapesos unidos a los vástagos de la pala en el cubo. La presión de aceite del governor y el momento de torsión de la pala mueven las palas hacia la posición de paso bajo, y la fuerza centrífuga que actúa sobre los contrapesos los mueve (y a las palas) hacia la posición de paso alto. En el primer caso anterior, la presión de

aceite del governor mueve las palas hacia paso alto, y en el segundo caso, la presión de aceite del governor y el momento de torsión de las palas mueven las palas hacia paso bajo. Una pérdida de presión de aceite del governor, por lo tanto, afectará a cada uno de manera diferente.

Rango de mando

El rango de ángulo de pala para hélices de velocidad constante varía de aproximadamente 11 1/2 a 40°. Cuanto mayor sea la velocidad del avión, mayor es el rango de ángulo de pala. [Figura 11-4]

El rango de posibles ángulos de pala se denomina rango de gobierno de la hélice. El rango de gobierno es definido por los límites de desplazamiento de la pala de la hélice entre los topes de paso del ángulo de pala corto y largo. Mientras el ángulo de pala de la hélice está dentro del rango de gobierno y no contra algún tope, se mantendrá una rpm de motor constante. Sin embargo, una vez que la pala de la hélice alcanza su límite de tope del paso, las rpm del motor aumentarán o disminuirán con los cambios de velocidad y carga de la hélice similar a una hélice de paso fijo. Por ejemplo, una vez que se selecciona una rpm específica, si la velocidad disminuye lo suficiente, las palas de la hélice reducirán el paso, en un intento de mantener el número de rpm seleccionado, hasta que entran en contacto con el tope de paso corto. A partir de ese momento, cualquier nueva reducción de la velocidad hará que las rpm del motor disminuyan. Por el contrario, si la velocidad aumenta, el ángulo de pala de la hélice aumentará hasta que se alcanza el tope de paso largo. Las rpm del motor comenzarán a aumentar.

Operación de la hélice de velocidad constante

El motor se pone en marcha con el control de la hélice en la posición de paso corto/alta rpm. Esta posición reduce la carga o resistencia de la hélice y el resultado es un arranque y calentamiento del motor más fácil. Durante el calentamiento, el mecanismo de cambio de pala de la hélice debe ser operado lenta y suavemente a través de un ciclo completo. Esto se hace moviendo el control de la hélice (con la presión de admisión ajustada para producir alrededor de 1.600 rpm) a la posición paso largo/baja rpm, permitiendo que las rpm se estabilicen, y después mover el control de la hélice a la posición de despegue de paso corto. Esto debe hacerse por dos razones: para determinar si el sistema está funcionando correctamente, y hacer circular aceite caliente a través del sistema de gobierno de la hélice. Hay que recordar que el aceite ha quedado atrapado en el cilindro de la hélice desde la última vez que el motor se detuvo. Hay una cierta cantidad de fuga desde el cilindro de la hélice, y el aceite tiende a espesarse, especialmente si la temperatura del aire exterior es baja. En consecuencia, si la hélice no es actuada antes del despegue, hay una posibilidad de que el motor se **sobre acelere** en el despegue.

Un avión equipado con una hélice de velocidad constante tiene una mejor performance al despegue que un avión de potencia similar equipado con una hélice de paso fijo. Esto es porque con una hélice de velocidad constante, un avión puede desarrollar su máxima potencia nominal (línea roja en el tacómetro), mientras está inmóvil. Un avión con una hélice de paso fijo, por el contrario, debe acelerar por la pista para aumentar la velocidad y descargar aerodinámicamente la hélice para que las rpm y la potencia puedan aumentar de forma constante hasta el máximo. Con una hélice de velocidad constante, la lectura del tacómetro debe subir hasta dentro de 40 rpm de la línea roja tan pronto como se aplica toda la potencia, y debe permanecer allí durante todo el despegue.

El exceso de presión de admisión eleva la presión de compresión del cilindro, resultando en altas tensiones dentro del motor. La presión excesiva también produce alta la temperatura del motor. Una combinación de alta presión de admisión y bajas rpm puede inducir una **detonación** perjudicial. Con el fin de evitar estas situaciones, se debe seguir la siguiente secuencia

Tipo Aeronave	Velocidad Diseño (m.p.h.)	Rango Áng. de Pala	Paso Bajo	Paso Alto
Tren Fijo	160	11 1/2°	10 1/2°	22°
Retraible	180	15°	11°	26°
Turbo Retraible	225/240	20°	14°	34°
Turbina Retraible	250/300	30°	10°	40°
Transporte Retraible	325	40°	10/15°	50/55°

Figura 11-4. Rango del ángulo de pala (los valores son aproximados).

cuando se realizan cambios de potencia.

- Cuando aumente la potencia, primero las rpm, y luego la presión de admisión.
- Cuando disminuya la potencia, disminuya primero la presión de admisión, y luego disminuya las rpm.

Es una falacia que (en motores no sobrealimentados) la presión de admisión en pulgadas de mercurio (Hg pulgadas) nunca debe exceder las rpm en cientos en ajustes de potencia de crucero. Las tablas de potencia de crucero en el AFM/POH de deben ser consultadas cuando se selecciona la potencia de crucero. Sean cuales sean las combinaciones de rpm y la presión de admisión que figuran en estas tablas, han sido probadas en vuelo y aprobadas por los ingenieros de la estructura y motor. Por lo tanto, si hay ajustes de potencia, tales como 2100 rpm y 24 pulgadas de presión de admisión en la tabla de potencia, están aprobados para su uso.

Con una hélice de velocidad constante, se puede hacer un descenso con potencia sin sobre acelerar el motor. El sistema compensa el aumento de la velocidad del descenso aumentando el ángulo de pala de la hélice. Si el descenso es demasiado rápido, o se hace desde una gran altura, el límite máximo de ángulo de las palas no es suficiente para mantener constantes las rpm. Cuando esto ocurre, el número de revoluciones es sensible a cualquier cambio en la posición del acelerador.

Algunos pilotos consideran aconsejable ajustar el control de la hélice para una máxima rpm durante la aproximación para tener la máxima potencia disponible en caso de emergencia. Si el governor se ajusta para estas altas rpm muy temprano en la aproximación cuando las palas aún no han alcanzado el tope de mínimo ángulo, las rpm pueden aumentar hasta límites peligrosos. Sin embargo, si el control de la hélice no se ajusta para rpm de despegue hasta que la aproximación está casi terminada, las palas estarán contra, o muy cerca del tope de ángulo mínimo y habrá poco o ningún cambio en las rpm. En caso de emergencia, tanto del acelerador como los controles de la hélice deben moverse a las posiciones de despegue.

Muchos pilotos prefieren sentir que el avión responde inmediatamente cuando se dan cortas aceleraciones durante la aproximación. Haciendo la aproximación con un poco de potencia y teniendo el control de la hélice en o cerca de las rpm de crucero, se puede obtener este resultado.

Aunque el governor responde rápidamente a cualquier cambio en la posición del acelerador, un aumento grande y repentino en el ajuste del acelerador causará una sobrevelocidad momentánea del motor hasta que las palas se ajustan para absorber el aumento de potencia. Si se presenta una emergencia que exige máxima potencia durante la aproximación, el avance repentino del acelerador causará una sobrevelocidad momentánea del motor más allá de las rpm para a las que se ajustó el governor. Este aumento temporal en la velocidad del motor actúa como una reserva de potencia de emergencia.

Algunos puntos importantes a recordar relacionados con la operación de la hélice de velocidad constante son:

- La línea roja en el tacómetro no sólo indica las rpm máximas permitidas; también indica las rpm requeridas para obtener la potencia nominal del motor.
- Una sobrevelocidad de la hélice momentánea puede ocurrir cuando el acelerador se avanza rápidamente para el despegue. Esto no es grave por lo general si no se supera el régimen nominal del motor en un 10 por ciento durante más de 3 segundos.
- El arco verde en el tacómetro indica el rango de operación normal. Cuando entrega potencia en este rango, el motor mueve a la hélice. Por debajo del arco verde, sin embargo, por lo general es la hélice en **molinete** quien mueve al motor. La operación prolongada por debajo del arco verde puede ser perjudicial para el motor.
- En los despegues en aeropuertos de poca elevación, la presión de admisión en pulgadas de mercurio puede exceder las rpm. Esto es normal en la mayoría de los casos. El piloto debe consultar el AFM/POH por las limitaciones.
- Todos los cambios de potencia deben hacerse suave y lentamente para evitar **sobreacelerar**.

TURBOALIMENTACIÓN

El motor turboalimentado permite al piloto mantener la suficiente potencia de crucero a grandes alturas donde hay menos resistencia, lo que significa mayores velocidades verdaderas y un mayor alcance con economía de combustible. Al mismo tiempo, el motor tiene flexibilidad y puede ser volado a una baja altitud sin el aumento del consumo de combustible de un motor a turbina. Cuando se une a un motor estándar, el turboalimentador no toma potencia del motor para operar; mecánicamente es relativamente simple, y algunos modelos también pueden presurizar la cabina.

El turboalimentador es un dispositivo movido por los gases de escape, que eleva la presión y la densidad del aire de admisión entregado al motor. Se compone de

dos componentes separados: un compresor y una turbina conectada por un eje común. El compresor suministra aire a presión al motor para operar a gran altitud. El compresor y su alojamiento se ubican entre la entrada de aire ambiente y el múltiple de admisión de aire. La turbina y su alojamiento son parte del sistema de escape y utilizan el flujo de gases de escape para accionar el compresor. [Figura 11-5]

La turbina tiene la capacidad de producir **presión en el múltiple** en exceso de la máxima permitida para el motor en particular. A fin de no exceder la presión de admisión máxima permitida, se usa una válvula o derivación de descarga para que algunos de los gases de escape se desvíen hacia afuera antes de que pasen a través de la turbina.

La posición de la válvula de descarga regula la salida de la turbina y por lo tanto, el aire comprimido disponible para el motor. Cuando la válvula de descarga está cerrada, pasan todos los gases de escape y accionan la turbina. Al abrir la válvula de descarga, algunos de los gases de escape evitan la turbina, a través de la válvula de escape y hacia afuera por el tubo de escape.

El actuador de válvula de descarga es un pistón por resorte, operado por presión del aceite del motor. El actuador, que ajusta la posición de la válvula de descarga, está conectado a la válvula por una unión mecánica.

El centro de control del sistema de turbocompresor es el controlador de presión. Este dispositivo simplifica el turboalimentador a un control: el acelerador. Una vez que el piloto ha puesto la presión de admisión deseada, no se requiere prácticamente ningún ajuste del acelerador con los cambios de altitud. El controlador detecta los requisitos de descarga del compresor para diferentes altitudes y controla la presión de aceite en el actuador de la válvula de descarga que ajusta la válvula en consecuencia. Así, el turboalimentador mantiene sólo la presión de admisión solicitada por la posición del acelerador.

Turboalimentador de sobrepotencia vs. Turboalimentador de altura

La turboalimentación de altura (a veces llamados “normalizadores”) se realiza usando un turbo-compresor que mantenga la máxima presión de admisión posible a nivel del mar (normalmente 29 - 30 pulgadas de Hg) hasta una cierta altitud. Esta altitud se especifica por el fabricante del avión y se conoce como **altitud crítica** del avión. Por encima de la altitud crítica, la presión de admisión disminuye a medida que se gana altitud adicional. La turboalimentación de sobrepotencia, por otro lado, es una aplicación de la turboalimentación donde se usa en vuelo más que el estándar de 29 pulgadas de presión de admisión. En varios aviones que utilizan la turboalimentación de sobrepotencia, las presiones de admisión en despegue pueden ser tan altas como 45 pulgadas de mercurio.

Aunque las rpm máximas y el ajuste potencia del nivel del mar se pueden mantener hasta la altitud crítica, esto no significa que el motor está desarrollando la potencia del nivel del mar. La potencia del motor no se determina sólo por la presión de admisión y las rpm. La temperatura del aire de inducción es también un factor. El aire de inducción con turboalimentador se calienta por la compresión. Este aumento de la temperatura disminuye la densidad del aire de admisión lo que provoca una pérdida de potencia. Mantener la potencia de salida equivalente requerirá una presión de admisión algo mayor a una altitud dada que si el aire de admisión no se comprimiera por la

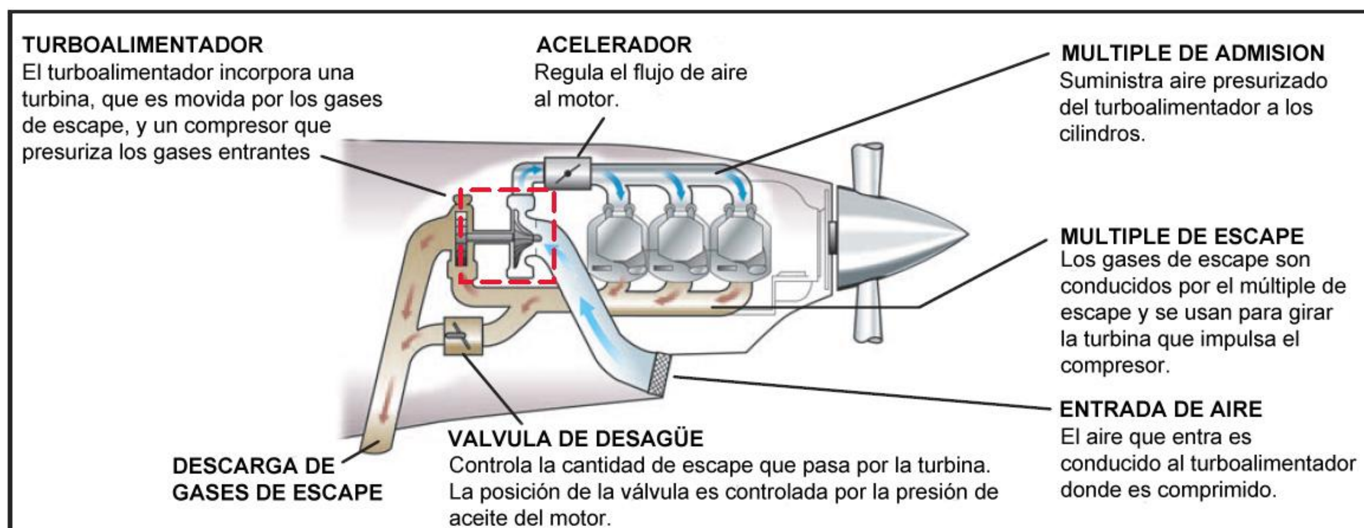


Figura 11-5. Sistema de turboalimentación.

turboalimentación. Si, por otro lado, el sistema incorpora un controlador de densidad automático que, en lugar de mantener una presión de admisión constante, posiciona automáticamente la válvula de descarga con el fin de mantener la densidad de aire constante en el motor, dará como resultado una potencia de salida casi constante.

Características de operación

Primero y principal, todos los movimientos de los mandos de potencia en los motores turboalimentados deben ser lentos y suaves. Movimientos agresivos y/o abruptos del acelerador aumentan la posibilidad de **sobrepotencia.** El piloto debe controlar cuidadosamente las indicaciones del motor al realizar cambios de potencia.

Cuando la válvula de descarga está abierta, el motor turboalimentado reacciona igual que un motor normalmente aspirado cuando varían las rpm. Es decir, cuando se incrementan las rpm, la presión de admisión disminuirá ligeramente. Cuando se reducen las rpm, la presión del múltiple se incrementará ligeramente. Sin embargo, cuando la válvula de descarga está cerrada, la variación de la presión de admisión con las rpm del motor es justo lo contrario que el motor normalmente aspirado. Un aumento en las rpm del motor resultará en un aumento de la presión de admisión, y una disminución en las rpm del motor resultará en una disminución de la presión de admisión.

Por encima de la altitud crítica, donde la válvula de descarga está cerrada, cualquier cambio en la velocidad dará lugar a un cambio correspondiente en la presión de admisión. Esto es cierto debido a que el aumento de la presión de aire dinámico por el aumento de la velocidad se magnifica por el compresor resultando en un aumento de la presión de admisión. El aumento de la presión del múltiple crea un mayor flujo de masa a través del motor, provocando una mayor velocidad de turbina y por lo tanto aumentando aún más la presión de admisión.

A grandes altitudes, el combustible de aviación puede tender a vaporizarse antes de llegar a los cilindros. Si esto se produce en el tramo del sistema de combustible entre el tanque de combustible y la bomba de combustible accionada por el motor, puede ser necesaria una bomba auxiliar de presión positiva en el tanque. Ya que las bombas accionados por motor aspiran combustible, son fácilmente bloqueadas por vapor. Una bomba de alimentación proporciona presión positiva (empuja el combustible) reduciendo la tendencia a vaporizarse.

Gestión del calor

Los motores turboalimentados deben ser operados cuidadosamente y a conciencia, con un seguimiento continuo de las presiones y temperaturas. Hay dos temperaturas que son especialmente importantes: la temperatura de entrada de turbina (TIT) o en algunas instalaciones la temperatura de gases de escape (EGT), y la temperatura de la cabeza de cilindro. Los límites de TIT o EGT se establecen para proteger los elementos de la sección caliente del turbocompresor, mientras que los límites de temperatura de la cabeza de cilindro protegen las partes internas del motor.

Debido al calor de la compresión del aire de inducción, un motor turboalimentado funciona a temperaturas más altas que un motor normalmente aspirado. Debido a que los motores turboalimentados funcionan a grandes altitudes, su entorno es menos eficiente para el enfriamiento. En altitud el aire es menos denso y por lo tanto, se enfría de manera menos eficiente. Además, el aire menos denso hace que el compresor trabaje más. Las velocidades de la turbina del compresor pueden alcanzar 80.000 - 100.000 rpm, sumando al total de las temperaturas de operación del motor. Los motores turboalimentados también operan a mayores niveles de potencia durante una mayor parte del tiempo.

El alto calor es perjudicial para el funcionamiento del motor de pistón. Sus efectos acumulativos pueden conducir a fallas de pistón, aros, y cabeza de cilindros, y producir estrés térmico en otros componentes. La excesiva temperatura de la tapa de cilindro puede llevar a la detonación, lo que a su vez puede causar una falla catastrófica del motor. Los motores turboalimentados son especialmente sensibles al calor. La clave para la operación del turbocompresor, por lo tanto, es una gestión eficaz del calor.

El piloto controla la condición de un motor turbo con el indicador de presión de admisión, tacómetro, indicador de temperatura de entrada de turbina/ temperatura del gas de escape, y la temperatura de la cabeza de cilindro. El piloto maneja el "sistema de calor" con el acelerador, rpm de la hélice, mezcla, y flaps de refrigeración. A cualquier potencia de crucero determinada, la mezcla es el factor con mayor influencia sobre la temperatura de entrada de turbina/gas de escape. El acelerador regula el flujo de combustible total, pero la mezcla controla la relación combustible/aire. La mezcla, por lo tanto, controla la temperatura.

Exceder los límites de temperatura en un ascenso luego del despegue normalmente no es un problema, ya que la mezcla rica enfría con el exceso de combustible. En crucero, sin embargo, el piloto normalmente reduce la potencia al 75 por ciento o menos y simultáneamente

ajusta la mezcla. En condiciones de crucero, los límites de temperatura deben ser controlados más de cerca, porque es ahí donde las temperaturas son más propensas a llegar al máximo, a pesar de que el motor produce menos potencia. El sobrecalentamiento en un ascenso en ruta, sin embargo, puede requerir flaps de refrigeración totalmente abiertos y una velocidad más alta.

Dado que los motores turboalimentados operan más calientes en la altura que los motores normalmente aspirados, son más propensos a los daños causados por el estrés de enfriamiento. En la fase de descenso son esenciales las reducciones graduales de potencia, y un monitoreo cuidadoso de la temperatura. El piloto puede encontrar como ayuda bajar el tren de aterrizaje para dar el motor algo contra qué trabajar, mientras la potencia está reducida y dar tiempo para un enfriamiento lento. También puede ser necesario empobrecer la mezcla ligeramente para eliminar la aspereza en ajustes de potencia más bajos.

Fallo del turboalimentador

Debido a las altas temperaturas y presiones que se producen en los sistemas de escape de la turbina, cualquier mal funcionamiento del turbocompresor debe ser tratado con extrema precaución. En todos los casos de operación del turboalimentador, se deben seguir los procedimientos recomendados por el fabricante. Esto es así especialmente en el caso de mal funcionamiento del turboalimentador. Sin embargo, en los casos en que los procedimientos del fabricante no describen adecuadamente las acciones a tomar en caso de un fallo del turbocompresor, se deben utilizar los siguientes procedimientos.

Condición de sobrepresión

Si se produce un aumento excesivo de la presión de admisión durante el avance normal del acelerador (posiblemente debido a un funcionamiento defectuoso de la válvula de descarga):

- Inmediatamente retardar el acelerador suavemente para limitar la presión de admisión por debajo del máximo para el ajuste de rpm y mezcla.
- Operar el motor de tal manera que se evite una nueva condición de sobrepresión.

Baja presión de admisión

Aunque esta condición puede ser causada por un fallo **menor,** es muy posible que se haya producido una fuga de escape seria creando una situación potencialmente peligrosa:

- Apague el motor de acuerdo con los procedimientos de falla de motor recomendados, a menos que exista una emergencia mayor que justifique mantener operando el motor.
- Si continúa operando el motor, utilice la mínima potencia demandada por la situación y aterrice tan pronto como sea posible.

Es muy importante asegurarse de que se realiza el mantenimiento correctivo después de cualquier mal funcionamiento del turboalimentador.

TREN DE ATERRIZAJE RETRÁCTIL

Los principales beneficios de ser capaz de retraer el tren de aterrizaje son el aumento de la performance de ascenso y velocidades de crucero más altas debidas a la disminución de la resistencia resultante. Los trenes de aterrizaje retráctiles pueden ser operados hidráulica o eléctricamente, o pueden emplear una combinación de los dos sistemas. Se proveen indicadores de advertencia en la cabina para mostrar al piloto cuando las ruedas están bajas y bloqueadas y cuando están arriba y bloqueadas o si se encuentran en posiciones intermedias. También se proveen sistemas para la operación en emergencia. La complejidad del sistema de tren de aterrizaje retráctil requiere que se cumplan procedimientos operativos específicos y que no se superen determinados límites de operación.

Sistemas de tren de aterrizaje

Un sistema **eléctrico** de retracción del tren de aterrizaje utiliza un motor de accionamiento eléctrico para el funcionamiento del tren. El sistema es básicamente un gato de accionamiento eléctrico para subir y bajar el tren. Cuando un interruptor en la cabina se mueve a la posición ARRIBA, se acciona el motor eléctrico. Mediante un sistema de ejes, engranajes, adaptadores, un tornillo actuador, y un tubo de torsión, se transmite una fuerza a las uniones de varillas de arrastre. Por lo tanto, el tren se retrae y bloquea. También se activan varillas que abren y cierran las puertas del tren. Si se mueve el interruptor a la posición ABAJO, el motor se invierte y el tren se baja y bloquea. Una vez activado el motor del tren seguirá funcionando hasta que se active un interruptor de límite superior o inferior de la caja de engranajes del motor.

Un sistema **hidráulico** de retracción del tren de aterrizaje utiliza fluido hidráulico a presión para accionar las articulaciones que suben y bajan el tren. Cuando un interruptor en la cabina se mueve a la posición ARRIBA, el fluido hidráulico se dirige a la línea de tren arriba. El fluido pasa a través de válvulas secuenciadas a los cilindros que accionan el tren. Un proceso similar ocurre durante extensión del tren. La bomba que presuriza el fluido en el sistema puede ser

accionada por el motor o eléctricamente. Si se utiliza una bomba eléctrica para presurizar el fluido, el sistema se conoce como un sistema **electrohidráulico**. El sistema también incorpora un depósito hidráulico para contener el exceso de líquido, y para proporcionar un medio de determinar el nivel de fluido del sistema.

Independientemente de la fuente de alimentación, la bomba hidráulica está diseñada para operar dentro de un rango específico. Cuando un sensor detecta presión excesiva, se abre una válvula de alivio dentro de la bomba, y la presión hidráulica retorna al depósito. Otro tipo de válvula de alivio evita la presión excesiva que puede resultar de la expansión térmica. La presión hidráulica también está regulada por interruptores de límite. Cada tren tiene dos interruptores de límite: uno dedicado a la extensión y uno dedicado a la retracción. Estos interruptores detienen la bomba hidráulica después de que el tren de aterrizaje ha completado el ciclo. En el caso de fallo del interruptor de límite, una válvula de alivio de presión de seguridad se activa para aliviar el exceso de presión del sistema.

Controles e indicadores de posición

La posición del tren de aterrizaje está controlada por un interruptor en la cabina. En la mayoría de los aviones, el interruptor del tren tiene la forma de una rueda con el fin de facilitar la identificación positiva y para diferenciarlo de otros controles en la cabina. [Figura 11-6]

Los indicadores de posición del tren de aterrizaje varían con las diferentes marcas y modelos de aviones. Los tipos más comunes de indicadores de posición del tren de aterrizaje utilizan un grupo de luces. Un tipo está formado por un grupo de tres luces verdes, que se iluminan cuando el tren de aterrizaje está bajado y bloqueado. [Figura 11-6] Otro tipo consiste en una luz verde para indicar que el tren de aterrizaje está abajo y una luz de color ámbar para indicar cuando el tren está arriba. Sin embargo, otros sistemas incorporan una luz roja o ámbar para indicar cuando el tren está en tránsito o no es seguro para el aterrizaje. [Figura 11-7] Las luces son por lo general del tipo "presione para probar" y las bombillas son intercambiables. [Figura 11-6]

Otros tipos de indicadores de posición del tren de aterrizaje consiste de indicadores de tipo pestaña con marcas de "UP" para indicar que el tren está arriba y bloqueado, una pantalla de rayas diagonales rojas y blancas para mostrar cuando el tren no está bloqueado, o una silueta de cada tren para avisar cuando se bloquea en la posición ABAJO.

Dispositivos de seguridad del tren de aterrizaje

La mayoría de los aviones con tren de aterrizaje retráctil tienen una señal de advertencia que suena cuando el avión está configurado para el aterrizaje y el tren de aterrizaje no está abajo y bloqueado. Normalmente, la alarma está vinculada a la posición del acelerador o el flap, y/o el indicador de velocidad de manera que cuando el avión está por debajo de cierta velocidad, configuración o ajuste de potencia con el tren retraído, sonará la alarma.

La retracción accidental del tren de aterrizaje puede evitarse mediante dispositivos tales como trabas mecánicas, interruptores de seguridad, y pines en tierra. Las trabas mecánicas están incorporadas en los componentes del sistema de retracción del tren y se operan de forma automática por el sistema de retracción del tren. Para evitar el movimiento accidental de las trabas y la retracción inadvertida del tren de aterrizaje, mientras el avión está en tierra, se instalan interruptores de seguridad de accionamiento eléctrico.

Un interruptor de seguridad del tren de aterrizaje se monta por lo general en un soporte en uno de los



Figura 11-6. Interruptores e indicadores de posición de tren de aterrizaje.



Figura 11-7. Interruptores e indicadores de posición de tren de aterrizaje.

amortiguadores principales del tren. [Figura 11-8] Cuando el amortiguador se comprime por el peso del avión, el interruptor abre el circuito eléctrico del motor o mecanismo que acciona la retracción. De esta manera, si el interruptor del tren de aterrizaje en la cabina se coloca en la posición RETRAIDO cuando el peso está sobre el tren, este se mantendrá extendido, y la alarma puede sonar como una alerta de la situación insegura. Una vez que el peso no está sobre el tren, sin embargo, como en el despegue, el interruptor de seguridad se libera y el tren se retraerá.

Muchos aviones están equipados con dispositivos de seguridad adicionales para prevenir el colapso del tren cuando el avión está en tierra. Estos dispositivos se llaman trabas de tierra. Un tipo común es un pin instalado en orificios alineados perforados en dos o más unidades de la estructura de soporte del tren de aterrizaje. Otro tipo es un clip de resorte diseñado para calzar alrededor y mantener dos o más unidades de la estructura de soporte juntas. Todos los tipos de trabas de tierra tienen generalmente tiras rojas permanente-mente unidas a ellas para indicar fácilmente si están o no, instaladas.

Sistemas de extensión del tren en emergencia

El sistema de extensión de emergencia baja el tren de aterrizaje si falla el sistema de potencia principal. Algunos aviones tienen una manija de liberación de emergencia en la cabina, que está conectada a través de una conexión mecánica a las trabas del tren. Cuando se acciona la manija, libera las trabas y permite que el tren caiga libre, o se extienda por su propio peso. [Figura 11-9]

En otros aviones, la liberación de la traba se logra usando gas comprimido, que es dirigido a los cilindros de liberación de la traba.

En algunos aviones, las configuraciones de diseño hacen que la extensión del tren de aterrizaje en emergencia por la gravedad y la fuerza del aire por si solas sea imposible o impracticable. En estos aviones, se incluyen disposiciones para forzar la extensión del tren en emergencia. Algunas instalaciones están diseñadas para que la presión necesaria sea provista por fluido hidráulico o gas comprimido, mientras que otros utilizan un sistema manual tal como una manivela para la extensión del tren en emergencia. [Figura 11-9] La presión hidráulica para la operación en emergencia del tren de aterrizaje puede ser proporcionada por una bomba manual auxiliar, un acumulador, o una bomba hidráulica accionada eléctricamente dependiendo del diseño del avión.

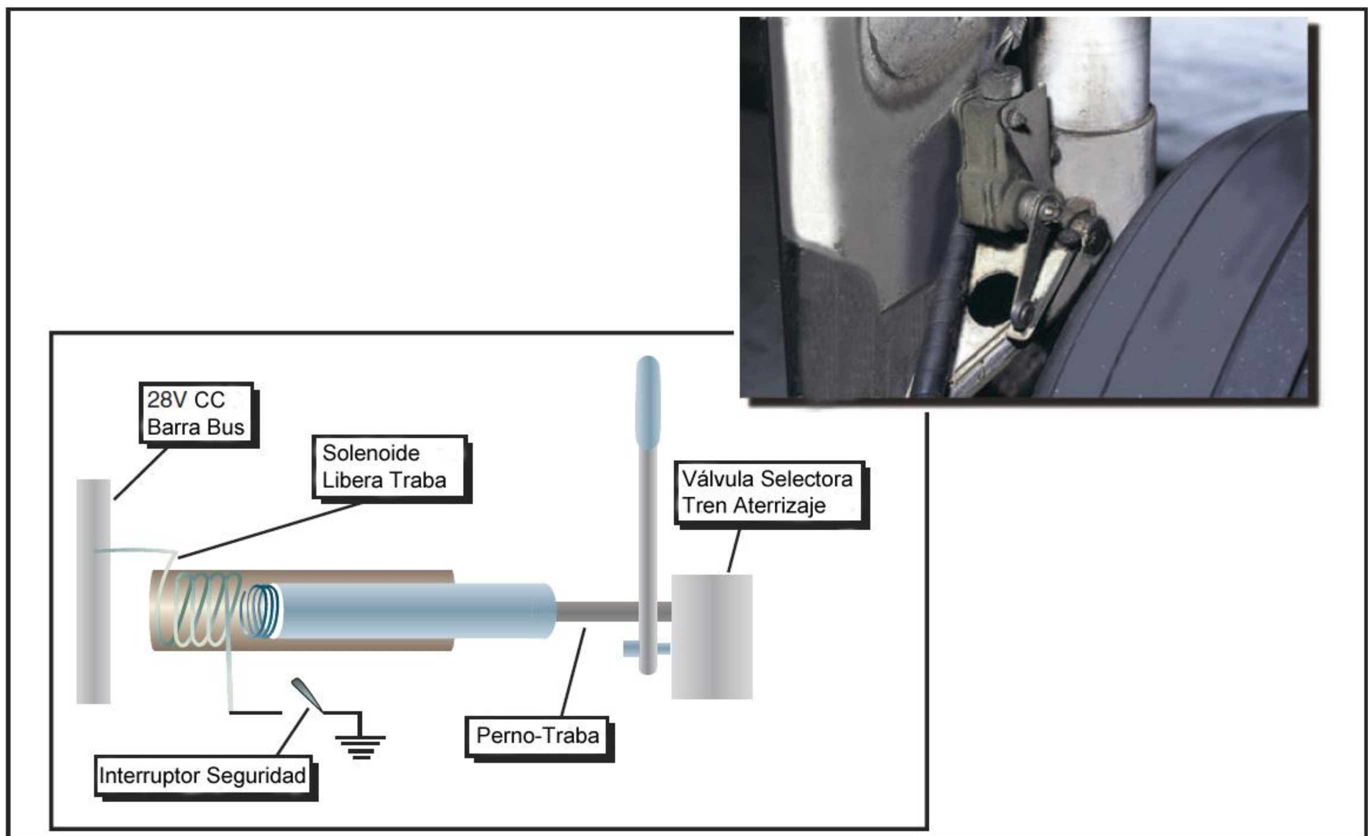


Figura 11-8. Interruptor de seguridad del tren de aterrizaje.

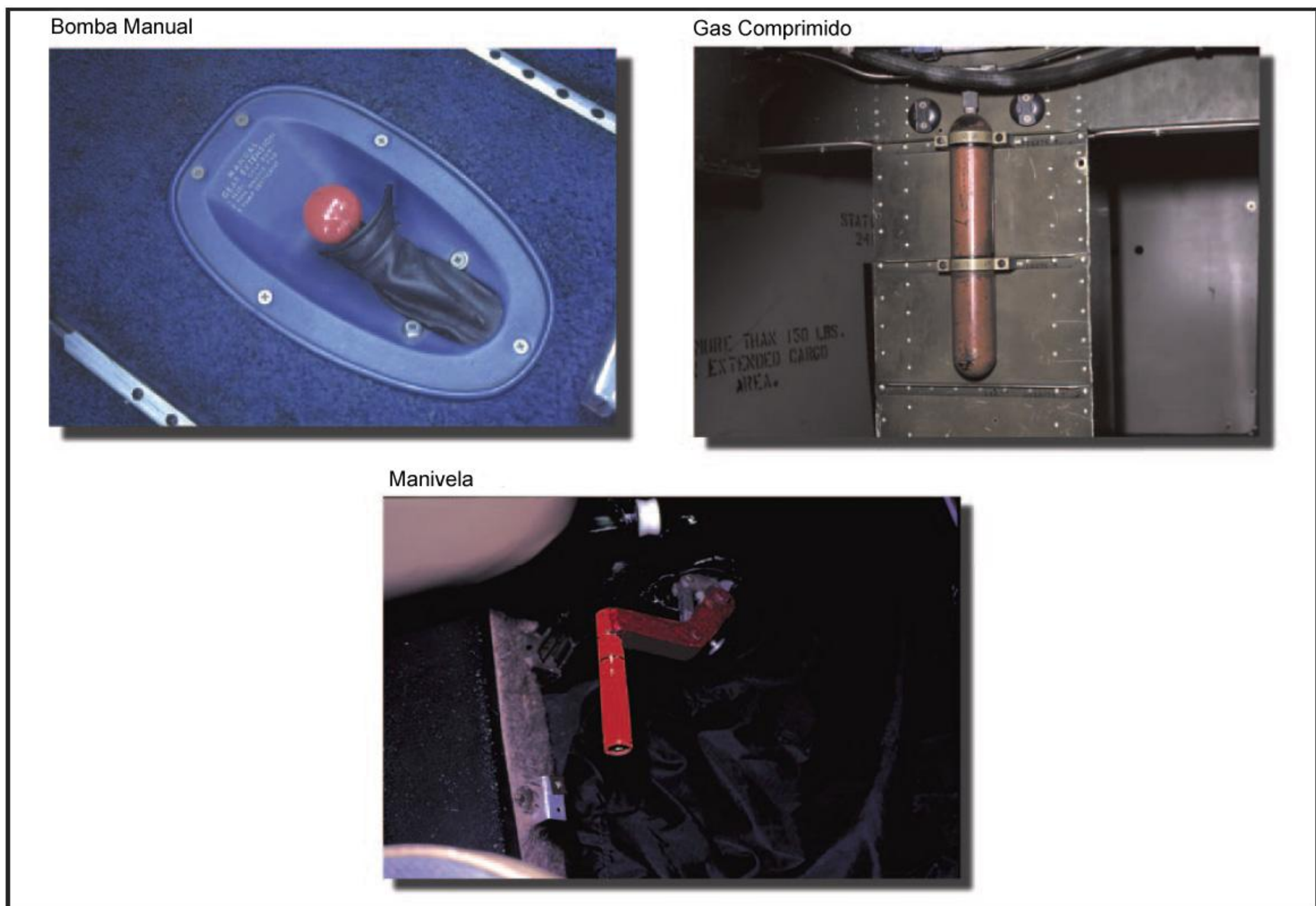


Figura 11-9. Sistemas típicos de extensión del tren de aterrizaje en emergencia.

Procedimientos operativos

ANTES DEL VUELO

Debido a su complejidad, los trenes de aterrizaje retráctiles exigen una buena inspección antes de cada vuelo. La inspección debe comenzar dentro de la cabina. El piloto debe primero asegurarse de que el selector del tren de aterrizaje se encuentra en la posición TREN ABAJO. El piloto debe a continuación, encender el interruptor principal de la batería y asegurarse de que los indicadores de posición del tren de aterrizaje muestran que el tren está abajo y trabado.

La inspección externa del tren de aterrizaje debe consistir en el chequeo de componentes individuales del sistema. [Figura 11-10] El tren de aterrizaje, ruedas, y áreas adyacentes deben estar limpias y libres de barro y restos. Interruptores y válvulas sucias pueden causar falsas indicaciones en las luces de seguridad o interrumpir el ciclo de extensión antes de que el tren de aterrizaje esté completamente abajo y bloqueado. Los pozos de las ruedas deben estar libres de cualquier obstrucción, ya que los objetos extraños pueden dañar el tren o interferir con su operación. Puertas de tren dobladas puede ser una indicación de posibles problemas con la operación normal del tren.

Los amortiguadores deben estar correctamente inflados y los pistones limpios. Los mecanismos de trabas arriba y abajo de las ruedas principales y rueda de nariz deben chequearse por su estado general. Las fuentes de potencia y los mecanismos de retracción se deben comprobar por su estado general, defectos obvios, y la seguridad de las fijaciones. Las tuberías hidráulicas deben ser revisadas para detectar signos de roce, y fugas en los puntos de unión. Los micro interruptores del sistema de alerta (micro switches) deben ser revisados por la limpieza y la seguridad de la fijación. Los cilindros actuadores, engranajes, engranajes de transmisión, uniones y cualquier otro componente accesible se deben revisar por su estado y defectos obvios. La estructura del avión donde se une el tren de aterrizaje debe ser revisado por distorsión, grietas, y su condición general. Todos los tornillos y remaches deben estar intactos y seguros.

DESPEGUE Y ASCENSO

Normalmente**,** el tren de aterrizaje debe retraerse después del despegue cuando el avión ha alcanzado una altitud donde, en caso de un fallo del motor o de

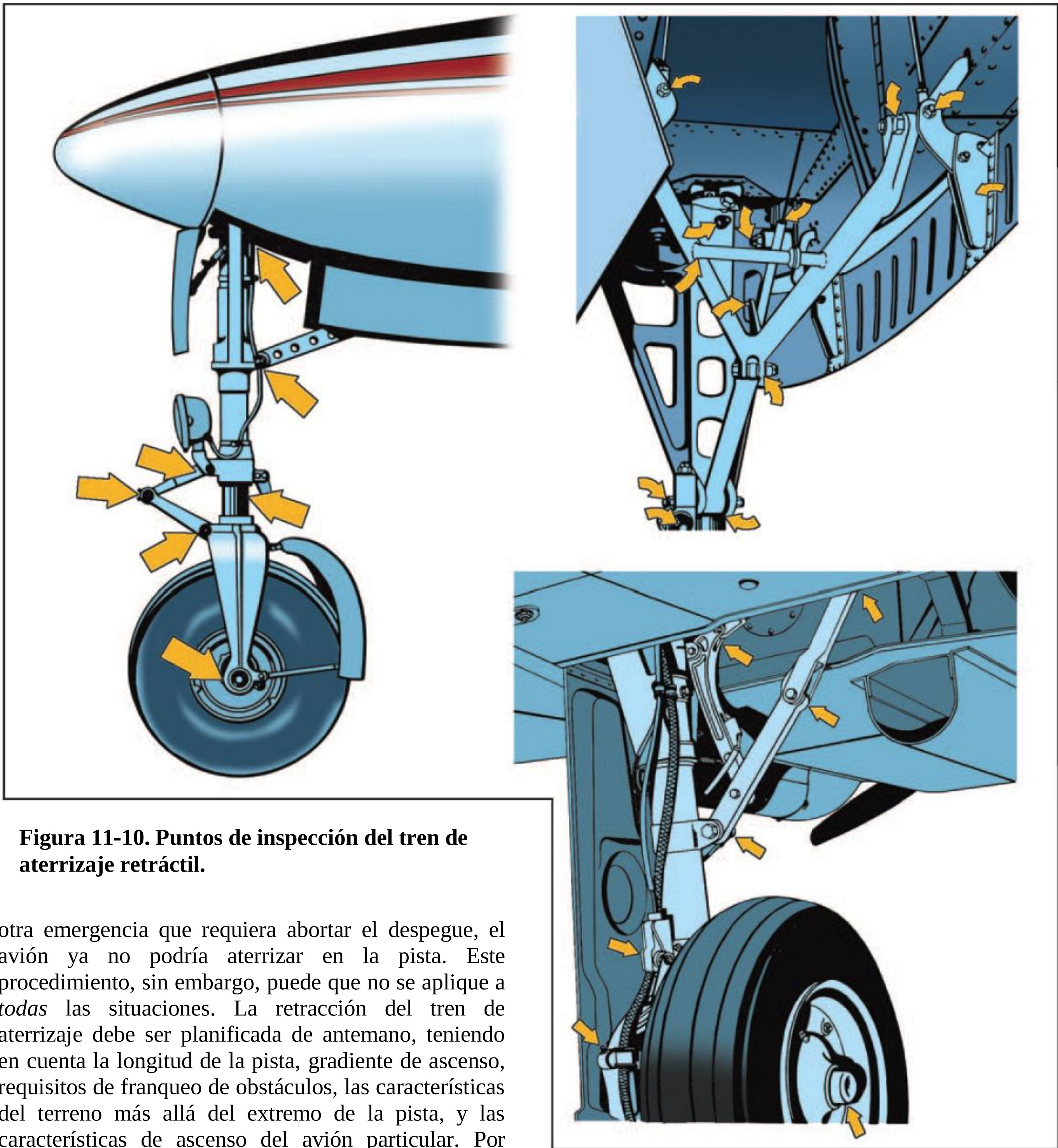


Figura 11-10. Puntos de inspección del tren de aterrizaje retráctil.

otra emergencia que requiera abortar el despegue, el avión ya no podría aterrizar en la pista. Este procedimiento, sin embargo, puede que no se aplique a *todas* las situaciones. La retracción del tren de aterrizaje debe ser planificada de antemano, teniendo en cuenta la longitud de la pista, gradiente de ascenso, requisitos de franqueo de obstáculos, las características del terreno más allá del extremo de la pista, y las características de ascenso del avión particular. Por ejemplo, en algunas situaciones puede ser preferible, en caso de un fallo de motor, hacer un aterrizaje forzoso fuera del aeropuerto con el tren extendido con el fin de aprovechar las cualidades de absorción de energía del terreno (véase el capítulo 16). En este caso, puede estar justificado un retraso en la retracción del tren de aterrizaje después de despegar de una pista corta. En otras situaciones, los obstáculos en la senda de ascenso pueden justificar una retracción del tren justo después del despegue. También, en algunos aviones la actitud de cabeceo de ascenso inicial es tal que se bloquea cualquier vista de la pista restante, haciendo difícil una evaluación de la viabilidad de aterrizar en la pista restante.

Se debe evitar la retracción prematura del tren de aterrizaje. El tren de aterrizaje no se debe retraer hasta que en los instrumentos de vuelo se indica un ascenso positivo. Si el avión no ha alcanzado un ascenso positivo, siempre existe la posibilidad de que pueda asentarse de nuevo en la pista con el tren retraído. Esto es especialmente así en los casos de despegues

prematuros. El piloto también debe recordar que al inclinarse hacia adelante para alcanzar el selector del tren de aterrizaje puede realizar una presión hacia adelante del control inadvertidamente, lo que hará que el avión descienda.

Al retraerse el tren de aterrizaje, la velocidad aumentará y la actitud de cabeceo del avión puede cambiar. El tren puede tardar varios segundos en replegarse. La retracción y bloqueo del tren (y extensión y bloqueo del tren) están acompañados por un sonido y sensación de que son exclusivos de la marca y modelo específico de avión. El piloto debe familiarizarse con el sonido y sensación de retracción normal del tren, de modo que cualquier operación anormal del tren puede ser fácilmente discernible. La retracción anormal del tren de aterrizaje es a menudo un signo claro de que el ciclo de extensión del tren también será anormal.

APROXIMACIÓN Y ATERRIZAJE

Las cargas operativas colocadas en el tren de aterrizaje a altas velocidades pueden causar daños estructurales debido a las fuerzas de la corriente de aire. Por lo tanto, se establecen velocidades límites, para la operación del tren para proteger los componentes del tren de una tensión excesiva durante el vuelo. Estas velocidades no se encuentran en el indicador de velocidad. Se publican en el AFM/POH del avión particular, y por lo general aparecen en carteles en la cabina. [Figura 11-11] La velocidad máxima con tren extendido (V_{LE}) es la velocidad máxima a la que puede volar el avión con el tren de aterrizaje extendido. La velocidad máxima de operación del tren de aterrizaje (V_{LO}) es la velocidad máxima a la que puede ser operado el tren de aterrizaje a través de sus ciclos.



Figura 11-11. Carteles en cabina con las velocidades del tren.

El tren de aterrizaje se extiende colocando el interruptor selector en la posición TREN ABAJO. A medida que el tren de aterrizaje se extiende, la velocidad disminuye y la actitud de cabeceo puede incrementarse. Durante los varios segundos que tarda el tren para extenderse, el piloto debe estar atento a cualquier sonido o sensación anormal. El piloto debe confirmar que el tren de aterrizaje se ha extendido y trabado por el sonido y sensación normal de la operación del sistema, así como por los indicadores de posición del tren en la cabina. A menos que el tren de aterrizaje se haya extendido previamente para ayudar en un descenso a la altura del circuito de tránsito, el tren de aterrizaje debe extenderse en el momento que el avión llega a un punto en el tramo inicial opuesto al punto de aterrizaje previsto. El piloto debe establecer un procedimiento estándar consistente en una posición específica en el tramo inicial donde se va a bajar el tren de aterrizaje. La estricta observancia de este procedimiento ayudará al piloto a evitar aterrizajes involuntarios con el tren arriba.

La operación de un avión equipado con un tren de aterrizaje retráctil requiere el uso deliberado, cuidadoso y continuo de una lista de verificación apropiada. Cuando está en el tramo inicial, el piloto debe hacer un hábito de **completar** la lista de control del tren de aterrizaje para ese avión. Esto logra dos objetivos. Se asegura de que se han tomado acciones para bajar el tren, y aumenta la conciencia del piloto para que los indicadores del tren abajo **vuelvan a revisarse** antes del aterrizaje.

A menos que las buenas prácticas de operación indiquen lo contrario, se debe completar la carrera de aterrizaje y sacar el avión fuera de la pista antes de que las palancas o interruptores sean operados. Esto logrará lo siguiente: Los interruptores de seguridad de los amortiguadores del tren de aterrizaje se accionan, desactivando el sistema de retracción del tren de aterrizaje. Después de la carrera y despejar la pista, el piloto será capaz de centrar la atención en la lista de verificación después del aterrizaje e identificar los controles adecuados.

Los pilotos en instrucción a los aviones con trenes retráctiles deben ser conscientes de que los factores operativos más comunes que intervienen en los accidentes de aviones con tren retráctil son:

- Negligencia al extender el tren de aterrizaje.
- Retraer inadvertidamente el tren de aterrizaje.
- Activar el tren, pero no comprobar la posición.
- Mal uso del sistema de emergencia del tren.
- Retraer el tren de forma prematura en el despegue.
- Extender el tren demasiado tarde.

Con el fin de minimizar las posibilidades de un percance relacionado con el tren de aterrizaje, el piloto debería:

- Usar una lista de control apropiada. (Una lista condensada montada a la vista del piloto, como recordatorio para su uso y fácil consulta puede ser especialmente útil.)
- Conocer y revisar periódicamente los procedimientos de extensión de emergencia del tren de aterrizaje para el avión particular.
- Estar familiarizado con la alarma de advertencia del tren de aterrizaje y sistemas de luz de advertencia para el avión particular. Utilice el sistema de alarma para cotejar el sistema de luces de advertencia cuando se observa una condición insegura.
- Revise el procedimiento para la sustitución de bombillas de la luz de aviso del tren de aterrizaje para el avión particular, de modo que usted puede reemplazar correctamente una bombilla para determinar si la bombilla funciona. Compruebe si están disponibles lámparas de repuesto en el avión como parte de la inspección prevuelo.
- Conocer y estar alerta de los sonidos y sensación de un sistema de tren de aterrizaje operando correctamente.

ENTRENAMIENTO DE TRANSICIÓN

La transición a una aeronave compleja o un avión de alta performance se debe lograr a través de un curso de entrenamiento estructurado administrado por un instructor de vuelo competente y calificado. La instrucción debe llevarse a cabo de acuerdo con un programa de instrucción en tierra y en vuelo. [Figura 11-12]

Este programa de ejemplo para la instrucción de transición se considerará flexible. La disposición de la materia puede ser cambiado y el énfasis puede ser desplazado para ajustarse a las cualidades del piloto en instrucción, el avión involucrado, y las circunstancias de la situación de la instrucción, siempre y cuando se logren los estándar de competencia prescritas. Estos estándares están contenidos en las normas de examen apropiadas para el certificado de piloto para el que está trabajando.

Los tiempos de entrenamiento que se indican en el programa se basan en la capacidad de un piloto que está actualmente activo y cumple totalmente con los requisitos actuales para la tenencia de al menos una licencia de piloto privado. Los plazos podrán reducirse para los pilotos con mayor cualificación o aumentarse para los pilotos que no cumplen con los requisitos de certificación actuales o que han tenido poca experiencia de vuelo reciente.

Instrucción Terrestre	Instrucción en Vuelo	Práctica Dirigida*
1 Hora	**1 Hora**	
1. Secciones operativas del manual de vuelo 2. Inspección 3. Familiarización con cabina	1. Maniobras entrenamiento en vuelo 2. Despegues, aterrizajes y aproximación frustrada	
1 Hora	**1 Hora**	**1 Hora**
1. Cargas aeronave, limitaciones y servicio 2. Instrumentos, radio y equipos especiales 3. Sistemas de la aeronave	1. Operaciones en emergencia 2. Control por referencia a instrumentos 3. Uso de radio y piloto automático	Asignado por instructor de vuelo
1 Hora	**1 Hora**	**1 Hora**
1. Sección de performances del manual de vuelo 2. Control de crucero 3. Revisión	1. Despegues y aterrizajes en campo corto y blando 2. Operaciones de máxima performance	Asignado por instructor de vuelo
1 Hora - EXAMEN		
* La práctica dirigida indicada puede ser realizada solo o con piloto de seguridad a discreción del instructor.		

Figura 11-12. Programa de instrucción de transición.



Capítulo 13

Transición a aeronaves con rueda de cola

AVIONES CON RUEDA DE COLA

Los aviones con rueda de cola también se conocen como aviones con tren convencional. Debido a su diseño y estructura, los aviones con rueda (o patín) de cola exhiben características operativas y de manejo diferentes a la de los aviones de tren triciclo. Los aviones con rueda de cola no son necesariamente más difíciles de despegar, aterrizar y/o rodar que los aviones de tren triciclo; de hecho, bajo ciertas condiciones, incluso pueden manejarse con menos dificultad. Este capítulo se centrará en las diferencias operacionales que ocurren durante las operaciones en tierra, despegues y aterrizajes.

TREN DE ATERRIZAJE

El tren de aterrizaje principal forma el apoyo principal del avión en tierra. La rueda de cola también soporta el avión, pero su función principal es el control direccional. En los aviones con rueda de cola, las dos patas principales están unidas al avión ligeramente por delante del centro de gravedad (CG) del avión.

Los pedales del timón son los controles de dirección primarios durante el rodaje. Dirigir con los pedales se puede lograr a través de las fuerzas de flujo de aire o estela de la hélice que actúa sobre la superficie del timón, o a través de una conexión mecánica a la rueda de cola orientable. Inicialmente, el piloto debería rodar con los talones de los pies apoyados en el piso de la cabina y la parte delantera de los pies en la parte inferior de los pedales del timón. Los pies deben ser deslizados hacia arriba a los pedales de freno sólo cuando es necesario presionar los frenos. Esto permite la aplicación simultánea de timón y frenos cuando sea necesario. Algunos modelos de aviones con rueda de cola están equipados con frenos de talón en lugar de los frenos de puntas de pie. En cualquier configuración los frenos se utilizan principalmente para detener el avión en un punto deseado, para desacelerar el avión, o como ayuda para realizar un giro cerrado controlado. Siempre que se utilicen, se deben aplicar de manera uniforme, suave y cuidadosamente en todo momento.

RODAJE

Al comenzar a rodar, los frenos deben ser probados de inmediato por su funcionamiento correcto. Esto se hace aplicando potencia para comenzar a mover el avión lentamente hacia delante, y luego reduciendo el acelerador y simultáneamente aplicando suave presión en ambos frenos. Si la acción de frenado no es satisfactoria, el motor debe apagarse inmediatamente.

Para girar el avión en tierra, el piloto debe aplicar timón en la dirección de giro deseada y utilizar la potencia o freno necesario para controlar la velocidad de rodaje. El timón se debe mantener en la dirección del giro hasta justo antes del punto en el que se va a detener el giro, y luego liberar la presión del timón o una ligera presión opuesta, según sea necesario. Durante el rodaje, el piloto tendrá que anticipar los movimientos del avión y ajustar la presión del timón en consecuencia. Dado que el avión continuará girando ligeramente incluso cuando se libera la presión del timón, se debe anticipar la terminación del giro y los pedales del timón neutralizados antes de alcanzar la dirección deseada. En algunos casos, puede ser necesario aplicar timón de dirección opuesto para detener el giro, dependiendo de la velocidad de rodaje.

La presencia de vientos de frente de moderados a fuertes y/o una fuerte estela de la hélice hace necesario el uso de elevador para mantener el control de la actitud de cabeceo durante el rodaje. Esto se hace evidente cuando se considera la acción de sustentación que se puede crear en las superficies horizontales de cola por cualquiera de esos dos factores. El control del elevador debe ser mantenido en la posición atrás (mando atrás) para mantener la cola abajo.

Cuando rueda con un viento a tres cuartos de frente, el ala en el lado de barlovento por lo general tiende a ser levantada por el viento a menos que el control de los alerones se mantenga en esa dirección (alerón de barlovento ARRIBA). Al mover el alerón a la posición ARRIBA se reduce el efecto del viento golpeando esa ala, lo que reduce la acción de sustentación. Este movimiento del control también hará que el alerón opuesto sea colocado en la posición ABAJO, creando

de este modo resistencia y, posiblemente, un poco de sustentación en el ala a sotavento, reduciendo aún más la tendencia del ala hacia el viento a elevarse.

Cuando rueda con un viento a tres cuartos de cola, el elevador debe ser mantenido en la posición totalmente abajo (control hacia adelante), y el alerón hacia el viento hacia abajo. Dado que el viento golpea el avión por detrás, estas posiciones de control reducen la tendencia del viento a meterse por debajo de la cola y el ala posiblemente haciendo capotar el avión. La aplicación de estas correcciones de rodaje con viento cruzado también ayuda a minimizar la tendencia al efecto veleta y en última instancia resulta en una mayor controlabilidad.

Un avión con rueda de cola tiene tendencia al efecto veleta o a girar hacia el viento mientras está rodando. Esta tendencia del avión es mayor durante el rodaje con viento cruzado; en consecuencia, el control direccional es algo difícil. Sin frenos, es casi imposible evitar que el avión gire hacia un viento de velocidad considerable, ya que la capacidad de control del timón del avión puede ser insuficiente para contrarrestar el viento cruzado. En el rodaje a favor del viento, la tendencia al efecto veleta se incrementa, debido a que el viento de cola disminuye la eficacia de los controles de vuelo. Para ello es necesario un uso más positivo del timón y los frenos, sobre todo si la velocidad del viento es superior a la de una ligera brisa.

A menos que el terreno sea blando, o muy desparejo, lo mejor es cuando ruede a favor del viento mantenga el control del elevador en posición adelante. Incluso en campos blandos, el elevador debe levantarse sólo lo absolutamente necesario para mantener un margen de seguridad de control en caso de que el avión tenga tendencia a capotar.

En la mayoría de los aviones con rueda de cola, el control direccional, mientras rueda se ve facilitado por el uso de una rueda de cola orientable, que opera junto con el timón de dirección. El mecanismo de dirección de la rueda de cola permanece activo cuando la rueda se opera en un arco de aproximadamente 16 a 18° a cada lado del punto neutro y luego automáticamente se libera cuando se gira a un ángulo mayor. En algunos modelos la rueda de cola también puede ser bloqueada en su lugar. El avión puede pivotear dentro de su propia longitud, si se desea, aunque es totalmente orientable por giros suaves durante el rodaje hacia delante. Durante el rodaje, la rueda de cola orientable se debe utilizar para hacer giros normales y los pies del piloto mantenerse fuera de los pedales de freno para evitar el desgaste innecesario de estos.

Ya que un avión con rueda de cola se apoya en esta rueda, así como en las principales ruedas de aterrizaje, asume una actitud de nariz alta cuando está en el suelo. En la mayoría de los casos esto coloca el capot del motor lo suficientemente alto como para restringir la visión del piloto de la zona directamente por delante del avión. En consecuencia, los objetos directamente delante del avión son difíciles, si no imposibles, de ver. Para observar y evitar chocar con objetos o condiciones de superficie peligrosas, el piloto debe girar alternativamente la nariz de un lado a otro, es decir zigzag, o hacer una serie de cortos giros en S durante el rodaje hacia delante. Esto debe hacerse de manera lenta, suave, positiva, y con cautela.

CARRERA DE DESPEGUE NORMAL

Después de rodar hacia la pista, el avión debe ser alineado cuidadosamente con la dirección de despegue prevista, y la rueda de cola en posición derecha, o centrada. En los aviones equipados con un dispositivo de bloqueo, la rueda de cola debe ser bloqueada en la posición centrada. Después de soltar los frenos, el acelerador debe ser suave y continuamente avanzado a la potencia de despegue. A medida que el avión comienza a rodar hacia delante, el piloto debe deslizar ambos pies hacia abajo en los pedales del timón para que las puntas de los pies estén en las zonas del timón, no en las zonas del freno.

Una aplicación brusca de potencia puede producir que el avión que gire bruscamente a la izquierda debido a los efectos de torque del motor y la hélice. Además, la precesión será particularmente notable durante el despegue en un avión con rueda de cola si la cola se eleva rápidamente desde la posición de tres puntos a una actitud vuelo nivelado. El cambio abrupto de actitud inclina el eje horizontal de la hélice, y la precesión resultante produce una fuerza hacia adelante en el lado derecho (90° por delante en la dirección de rotación), guiñando la nariz del avión hacia la izquierda. La cantidad de fuerza creada por esta precesión está directamente relacionada con la velocidad con que se inclina el eje de la hélice cuando se eleva la cola. Con esto en mente, el acelerador siempre se debe avanzar suave y continuamente para evitar cualquier desvío repentino.

El avance suave y gradual del acelerador es muy importante en los aviones con rueda de cola, ya que las peculiaridades de sus características de despegue se acentúan en proporción a la rapidez con que se aplica la potencia de despegue.

Al ganar velocidad, el control de elevador tenderá a asumir una posición neutral si el avión se compensa correctamente. Al mismo tiempo, el control direccional se debe mantener con correcciones de timón prontas, suaves y positivas a lo largo de la carrera de despegue.

Los efectos del torque y factor P a las velocidades iniciales tienden a tirar la nariz a la izquierda. El piloto debe usar la presión de timón necesaria para corregir estos efectos o condiciones de viento existentes para mantener la nariz del avión recta por la pista. Se debe evitar el uso de los frenos con fines de dirección, ya que estos podrían retardar la aceleración del avión, alargando la distancia de despegue, y posiblemente provocar un giro severo.

Cuando el compensador de elevador se ajusta para el despegue, al aplicar la máxima potencia permitida, el avión asumirá (cuando se ha alcanzado la velocidad suficiente) normalmente la actitud de cabeceo de despegue correcta por sí solo, la cola subirá ligeramente. Esta actitud puede ser mantenida aplicando una ligera presión hacia atrás de elevador. Si el control del elevador se empuja hacia adelante durante la carrera de despegue para levantar la cola antes de tiempo, su eficacia aumentará rápidamente a medida que aumenta la velocidad, haciendo necesario aplicar presión atrás de elevador para bajar la cola a la actitud apropiada de despegue. Este cambio de actitud errático retrasará el despegue y dará lugar a problemas de control direccional. La presión de timón debe ser usada oportuna y suavemente para contrarrestar las fuerzas de guiñada para que el avión continúe recto por la pista.

Mientras aumenta la velocidad de la carrera de despegue, se sentirá cada vez más presión sobre los mandos de vuelo, particularmente el elevador y el timón. Ya que las superficies de cola reciben el pleno efecto de la estela de la hélice, se hacen efectivas en primer lugar. A medida que la velocidad continúa aumentando, todos los controles de vuelo se harán gradualmente lo suficientemente efectivos como para maniobrar el avión sobre sus tres ejes. Es en este punto, en la transición de rodaje a vuelo, el avión está siendo volado más que rodado. Mientras esto ocurre, se necesitan progresivamente menores desviaciones del timón para mantener la dirección.

DESPEGUE

Ya que un buen despegue depende de la actitud de despegue apropiada, es importante saber cómo es esta actitud y cómo se logra. La actitud ideal de despegue requiere sólo mínimos ajustes de cabeceo poco después de que el avión despega para alcanzar la velocidad de mejor régimen de ascenso.

Primero se debe permitir que la cola se eleve del suelo ligeramente para permitir que el avión acelere más rápidamente. En este punto, debe tenerse en cuenta la posición de la nariz en relación con el horizonte, luego aplicar la presión de elevador como sea necesario para mantener esta actitud. Las alas se mantienen niveladas mediante la aplicación de presión de alerones.

Se puede permitir que el avión vuele mientras está a la actitud normal de despegue. Forzarlo ir al aire aplicando excesiva presión atrás de elevador resultaría en una actitud de cabeceo excesivamente alta y puede retrasar el despegue. Como se discutió anteriormente, los cambios excesivos y rápidos en la actitud de cabeceo resultan en cambios proporcionales en los efectos del torque, haciendo el avión más difícil de controlar.

Aunque el avión puede ser forzado al aire, esto se considera una práctica insegura y debe evitarse en circunstancias normales. Si el avión es forzado a dejar la tierra mediante el uso de demasiada presión de elevador antes de alcanzar la velocidad adecuada, el ángulo de ataque del ala puede ser excesivo, provocando que el avión se asiente de nuevo en la pista, o incluso entre en pérdida. Por otro lado, si no hay suficiente presión de elevador para mantener la actitud de despegue correcta después ir al aire, o se permite que la nariz baje excesivamente, el avión también puede asentarse otra vez en la pista. Esto se debe a que el ángulo de ataque disminuye y la sustentación disminuye al grado en que no sostiene al avión. Es importante mantener constante la actitud después de la rotación o del despegue.

A medida que el avión deja la tierra, el piloto debe seguir manteniendo un vuelo recto, así como la actitud de cabeceo adecuada. Durante los despegues con viento fuerte, racheado, es recomendable que se obtenga un margen extra de velocidad antes de permitir que el avión deje la tierra. Un despegue a la velocidad normal de despegue puede dar lugar a una falta de control positivo, o una pérdida, cuando el avión se encuentra con una calma súbita en viento fuerte, racheado, u otras corrientes de aire turbulentas. En este caso, el piloto debe mantener el avión en tierra más tiempo para alcanzar más velocidad, luego hacer una rotación suave y positiva para dejar el suelo.

DESPEGUE CON VIENTO CRUZADO

Es importante establecer y mantener la cantidad adecuada de corrección de viento cruzado antes del despegue; es decir, aplicar presión de alerón hacia el viento para evitar que el ala hacia el viento se eleve y aplicar presión de timón según sea necesario para evitar el efecto veleta.

Al elevar la rueda de cola de la pista, manteniendo el control del alerón hacia el viento podría resultar en que el ala en contra del viento suba y la rueda principal de ese lado deje la pista en primer lugar, con el resto de la

carrera de despegue siendo realizada en una sola rueda principal. Esto es aceptable y es preferible a derrapar con saltos.

Si existe un viento cruzado significativo, las ruedas principales se deberán mantener en el suelo un poco más que en un despegue normal, de modo que se pueda hacer un despegue suave pero definitivo. Este procedimiento permitirá al avión abandonar la tierra bajo un control más positivo de modo que permanezca en el aire definitivamente mientras se establece la cantidad adecuada de corrección de deriva. Más importante aún, evitará imponer cargas laterales excesivas en el tren de aterrizaje y prevendrá posibles daños que se derivarían de que la aeronave se asiente de nuevo en la pista de aterrizaje, mientras deriva.

Cuando las dos ruedas principales abandonan la pista, y la fricción del suelo ya no resiste la deriva, el avión será llevado lentamente hacia los lados con el viento hasta que se mantenga una adecuada corrección de la deriva.

DESPEGUE EN CAMPO CORTO

Los flaps deben bajarse antes del despegue si lo recomienda el fabricante. La potencia de despegue debe aplicarse suave y continuamente, (no debe haber duda) para acelerar el avión lo más rápidamente posible. A medida que progresa la carrera de despegue, la actitud de cabeceo del avión y el ángulo de ataque se deben ajustar a lo que resulta en la cantidad mínima de resistencia y la aceleración más rápida. Se debe permitir a la cola subir un poco, luego mantener esta actitud de vuelo con cola baja hasta que se alcance la velocidad de despegue o rotación apropiada. Para el ascenso inicial con más ángulo y mejor franquea-miento de obstáculos, se debe permitir a rodar al avión con todo su peso sobre las ruedas principales y acelerar a la velocidad de despegue.

DESPEGUE EN CAMPO BLANDO

Los flaps pueden bajarse antes de iniciar el despegue (si lo recomienda el fabricante) para proporcionar sustentación adicional y transferir el peso del avión de las ruedas a las alas tan pronto como sea posible. El avión debe rodarse a la superficie de despegue sin parar sobre una superficie suave. Parar en una superficie blanda, como el barro o la nieve, puede empantanar el avión. El avión debe mantenerse en continuo movimiento con suficiente potencia mientras se alinea para la carrera de despegue.

A medida que el avión se alinea con la trayectoria de despegue propuesta, la potencia de despegue se aplica suavemente y tan rápido como el motor lo acepte sin fallar. La cola debe mantenerse baja para mantener el inherente ángulo de ataque positivo y para evitar la tendencia del avión a capotar como consecuencia de los zonas blandas, hierba alta, o nieve profunda.

Cuando el avión se mantiene en una actitud de nariz alta en toda la carrera de despegue, las alas, al aumentar la velocidad y desarrollar sustentación, aliviar progresivamente las ruedas del peso del avión, minimizando la fricción causada por las irregularidades de la superficie o la adhesión. Si esta actitud se mantiene con precisión, el avión prácticamente volará por sí mismo. Se debe permitir que el avión acelere a la velocidad de ascenso en efecto suelo.

ATERRIZAJE

El aterrizaje es el asentamiento suave de la aeronave sobre la superficie de aterrizaje. La recogida y toma se debe hacer con el motor al ralentí, y el avión a la velocidad mínima controlable, para que el avión aterrice aproximadamente a la velocidad de pérdida. A medida que el avión se asienta, se debe alcanzar la actitud adecuada para el aterrizaje aplicando la presión de elevador que sea necesaria. La recogida y toma

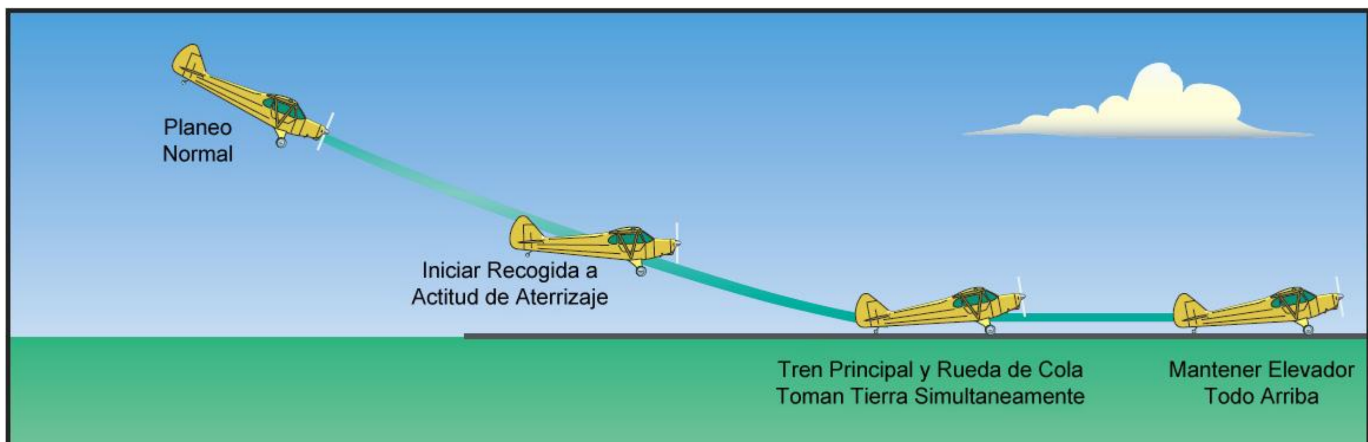


Figura 13-1. Aterrizaje de un avión con rueda de cola.

deben calcularse para que las ruedas principales del tren de aterrizaje y la rueda de cola toquen al mismo tiempo (aterrizaje en tres puntos). Esto requiere el oportunismo, la técnica y el juicio de distancia y altitud adecuados. [Figura 13-1]

Cuando las ruedas hacen contacto con el suelo, el control del elevador debe ser cuidadosamente tirado totalmente hacia atrás para mantener la cola hacia abajo y la rueda de cola en el suelo. Esto proporciona mayor control direccional positivo del avión equipado con una rueda de cola orientable, y evita cualquier tendencia del avión a capotar. Si la rueda de cola no está en el suelo, tirar del control de elevador puede hacer que el avión se vaya al aire otra vez, porque el cambio de actitud aumentará el ángulo de ataque y producirá suficiente sustentación para que el avión vuele.

Es extremadamente importante que la toma de contacto se produzca exactamente con el eje longitudinal del avión paralelo a la dirección de movimiento del avión a lo largo de la pista. Fallar en esto no sólo impone cargas laterales severas en el tren de aterrizaje, sino que genera tendencia al trompo. Para evitar estas cargas laterales o un trompo, el piloto nunca debe permitir que el avión aterrice, mientras vuela de costado o mientras deriva.

CARRERA DE ATERRIZAJE

El proceso de aterrizaje no debe considerarse completo hasta que el avión desacelera hasta la velocidad normal de rodaje durante la carrera de aterrizaje o se ha detenido completamente cuando ha liberado el área de aterrizaje. El piloto debe estar alerta a dificultades de control direccional inmediatamente después y tras el aterrizaje debido a la fricción del suelo sobre las ruedas. La fricción crea un punto de pivote sobre el cual puede actuar un brazo de momento. Esto es debido a que el CG está detrás de las ruedas principales. [Figura 13-2]

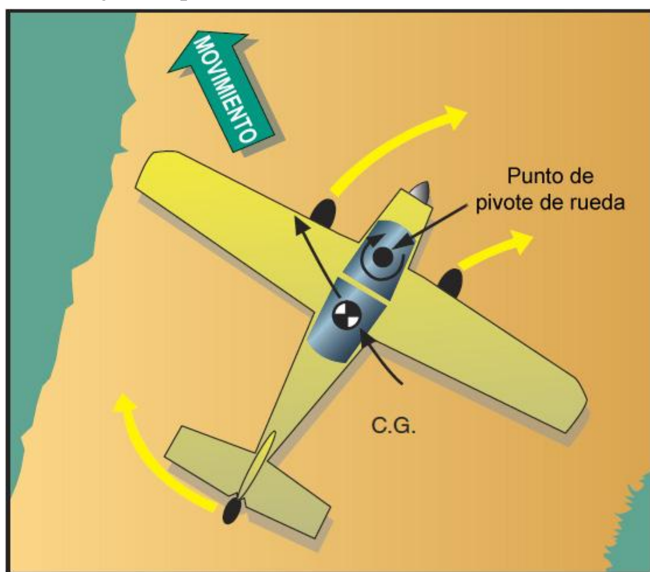


Figura 13-2. Efecto del CG sobre el control direccional.

Cualquier diferencia entre la dirección en que viaja el avión y la dirección a la que apunta producirá un momento sobre el punto de pivote de las ruedas, y el avión tenderá a girar. La pérdida de control direccional puede conducir a una forma de giro agravada, no controlada muy cerrada, o trompo. La combinación de la inercia que actúa sobre el CG y la fricción del suelo sobre las ruedas principales que resisten durante el trompo puede hacer que el avión se incline hacia el ala exterior y la punta haga contacto con el suelo, e incluso puede imponer una fuerza lateral que podría colapsar el tren de aterrizaje. El avión puede hacer un trompo tardío después del aterrizaje ya que la efectividad del timón disminuye con el flujo de aire decreciente sobre la superficie del timón al desacelerar el avión. A medida que la velocidad del avión disminuye y la rueda de cola se ha bajado al suelo, la rueda de cola orientable proporciona un control direccional más positivo.

Para usar los frenos, el piloto debe deslizar la punta del pie desde los pedales del timón a los pedales de freno (o presionar con el talón en los aviones equipados con frenos de talón). Si se está presionando el timón en el momento en que se necesita la acción de frenado, esa presión no debe ser relajada al deslizar los pies hasta los pedales de freno, ya que el control se puede perder antes de que se puedan aplicar los frenos. Durante la carrera, la dirección de movimiento del avión se puede cambiar mediante la aplicación cuidadosa de presión en un freno o una presión desigual en cada freno en la dirección deseada. Se debe tener precaución, al aplicar los frenos para evitar un sobre control.

Si un ala comienza a subir, el control de los alerones se debe aplicar hacia esa ala para bajarla. La cantidad requerida dependerá de la velocidad ya que al disminuir la velocidad de avance del avión, los alerones serán menos eficaces.

El control del elevador se debe mantener atrás tanto como sea posible y lo más firme posible, hasta que el avión se detiene. Esto proporciona un control más positivo con la rueda de cola orientable, tiende a acortar la carrera de aterrizaje, y evita rebotes y saltos.

Si la pista disponible lo permite, se debe permitir que la velocidad del avión se disipe de una manera normal por la fricción y resistencia de las ruedas en el suelo. Los frenos pueden usarse si es necesario ayuda para frenar el avión. Después de que el avión se ha des-

acelerado lo suficiente y girado a una calle de rodaje o liberado la zona de aterrizaje, debe ser llevado a una completa detención. Sólo después de haber hecho esto el piloto retrae los flaps y realiza otras verificaciones.

ATERRIZAJE CON VIENTO CRUZADO

Si durante la aproximación final y recogida se ha usado el método de lado de corrección de deriva, la guiñada se debe eliminar antes de la toma aplicando timón para alinear el eje longitudinal del avión con su dirección de movimiento. Esto requiere una acción oportuna y precisa. El no cumplimiento de esto da lugar a cargas laterales severas impuestas al tren de aterrizaje e impone tendencias al trompo.

Si se utiliza el método de ala baja, la corrección de viento cruzado (alerón hacia el viento y timón opuesto) se debe mantener durante toda la recogida, y la toma se hace sobre la rueda principal del lado del viento.

Durante condiciones de vientos fuertes o racheados, se deben hacer ajustes rápidos en la corrección de viento cruzado para asegurar que el avión no deriva al aterrizar.

A medida que la velocidad de avance disminuye después del contacto inicial, el peso de la aeronave hará que la rueda contraria al viento se asiente gradualmente en la pista.

Se debe usar una cantidad adecuada de potencia para mantener la velocidad apropiada durante toda la aproximación, y el acelerador debe ser reducido a la posición de ralentí después de que las ruedas principales tomaron contacto con la superficie de aterrizaje. Se debe tener cuidado al reducir el acelerador antes de que el piloto esté listo para la toma, ya que la reducción rápida o prematura del acelerador puede causar un aumento repentino en la velocidad de descenso que podría resultar en un aterrizaje duro.

CARRERA DE ATERRIZAJE CON VIENTO CRUZADO

Particularmente durante la carrera de aterrizaje, se debe prestar especial atención a mantener el control direccional mediante el uso del timón y la rueda de cola orientable, mientras se evita que el ala hacia el viento se eleve usando los alerones. Característicamente, un avión tiene un mayor perfil o área lateral, detrás del tren de aterrizaje principal que hacia delante del mismo. [Figura 13-3] Con las ruedas principales actuando como punto de pivote y la mayor superficie detrás de ese punto de pivote expuesta al viento cruzado, el avión tenderá a girar al viento o hacer efecto veleta. Esta tendencia a la veleta es más frecuente en los tipos con rueda de cola, porque la superficie del avión detrás del tren de aterrizaje principal es mayor que en los aviones con rueda de nariz.



Figura 13-3. Tendencia a la veleta.

Los pilotos deben estar familiarizados con el componente de viento cruzado de cada avión que vuela, y evitar la operación en condiciones de viento que exceden la capacidad de la aeronave, así como sus propias limitaciones.

Mientras el avión desacelera durante la carrera de aterrizaje, se debe aplicar más alerón para evitar que el ala hacia el viento se levante. Ya que el avión está desacelerando, hay menos flujo de aire sobre los alerones y se vuelven menos eficaces. Al mismo tiempo, el viento relativo se hace más cruzado y ejerce una mayor fuerza de sustentación sobre el ala hacia el viento. En consecuencia, cuando el avión se acerca a la detención, el control del alerón debe mantenerse completamente hacia el viento.

ATERRIZAJE EN DOS PUNTOS

Los aterrizajes en las aproximaciones con potencia en turbulencia o en vientos cruzados deben ser tales que la toma se hace con el avión aproximadamente en posición de vuelo nivelado. La toma se debe hacer suavemente en las ruedas principales, con la rueda de cola mantenida fuera de la pista. Esto se llama un "aterrizaje de dos puntos" y requiere un uso de control y oportunismo cuidadoso para evitar que rebote. Estos aterrizajes se pueden logran mejor manteniendo el avión en posición de vuelo nivelado hasta que las ruedas se apoyen, entonces de inmediato pero suavemente se reduce el acelerador, y manteniendo suficiente presión de elevador hacia adelante para mantener las ruedas principales en el suelo. El avión nunca debe ser forzado hacia el suelo con excesiva presión hacia adelante.

Si la toma se hace a una velocidad de descenso demasiado alta mientras las ruedas principales chocan

con la superficie de aterrizaje, la cola es forzada hacia abajo por su propio peso. A su vez, cuando la cola es forzada hacia abajo, el ángulo de ataque del ala aumenta resultando en un aumento repentino de la sustentación y el avión puede ir al aire otra vez. Entonces, como la velocidad del avión continúa disminuyendo, la cola puede volver a bajar a la pista. Si se permite que la cola descienda demasiado rápido, el avión puede volver al aire. Este proceso, a menudo llamado "cabeceo", por lo general se intensifica a pesar de que el piloto intenta detenerlo. La mejor acción correctiva es dar motor e ir al aire.

ATERRIZAJE EN CAMPO CORTO

Al aterrizar, el avión se debe mantener firmemente en una actitud de tres puntos. Esto proporcionará frenado aerodinámico por las alas. Inmediatamente después de la toma, y reducido el acelerador, se deben aplicar los frenos de manera uniforme y firme para minimizar la carrera de aterrizaje. El avión debe detenerse dentro de la distancia más corta posible que sea compatible con la seguridad.

ATERRIZAJE EN CAMPO BLANDO

La rueda de cola debe tomar simultáneamente con o justo antes que las ruedas principales, y luego debe ser mantenida abajo mediante presión firme atrás del elevador a lo largo de la carrera de aterrizaje. Esto reducirá al mínimo cualquier tendencia del avión a capotar y proporcionará frenado aerodinámico. No se necesita el uso de los frenos en un campo blando porque la propia superficie blanda o despareja proporcionará una reducción suficiente en la velocidad de avance del avión. A menudo se encontrará que al aterrizar en un campo muy blando, será necesario que el piloto aumente la potencia para mantener el avión en movimiento y quedar atrapado en la superficie blanda.

TROMPO

Un trompo es un giro no controlado durante la operación en tierra que puede ocurrir durante el rodaje o despegue, pero especialmente durante la carrera de aterrizaje. No siempre es causada por la deriva o el efecto veleta, aunque estas cosas pueden iniciar el viraje. El uso descuidado del timón, una superficie de terreno irregular, o un área blanda que retarda una rueda principal del avión también puede causar un giro. En cualquier caso, el giro inicial tiende a hacer que el avión haga un trompo.

Debido a las características de un avión equipado con rueda de cola, las fuerzas que causan un trompo aumentan al aumentar el giro. El giro inicial desarrolla inercia y esto, actuando en el CG (que se encuentra detrás de las ruedas principales), gira el avión aún más. Si se le permite desarrollar, la fuerza producida puede ser lo suficientemente grande para inclinar el avión hasta que un ala golpea el suelo.

Si el avión aterriza mientras deriva o vuela de lado, el piloto debe aplicar alerón hacia el ala alta y detener el viraje con el timón. Los frenos deben utilizarse para corregir los giros sólo cuando el timón es inadecuado. El piloto debe tener cuidado al aplicar freno como acción correctiva, porque es muy fácil sobrecontrolar y agravar la situación. Si se usan los frenos, se debe aplicar suficiente freno en la rueda del ala baja (exterior del giro) para detener el giro. Cuando las alas están aproximadamente niveladas, se debe mantener la nueva dirección hasta que el avión se ha desacelerado a la velocidad de rodaje o se ha detenido.



Capítulo 16

Procedimientos de Emergencia

SITUACIONES DE EMERGENCIA

Este capítulo contiene información sobre cómo lidiar con situaciones anormales y de emergencia que se puedan producir durante el vuelo. La clave para el éxito en el manejo de una situación de emergencia, y/o la prevención de que una situación anormal progrese a una verdadera emergencia, es una profunda familiaridad con, y la adhesión a, los procedimientos desarrollados por el fabricante del avión, que figuran en el Manual de Vuelo del Avión y/o Manual de Operaciones del Piloto (AFM/POH) aprobados. Las siguientes pautas son genéricas y **no** están destinadas a sustituir a los procedimientos recomendados por el fabricante del avión. Más bien, están destinadas a mejorar el conocimiento general del piloto en el área de operaciones anormales y de emergencia. Si alguna de las pautas de este capítulo crea un conflicto de cualquier forma con los procedimientos recomendados por el fabricante para una determinada marca y modelo de avión, **los procedimientos recomendados por el fabricante tienen prioridad.**

ATERRIZAJES DE EMERGENCIA

Esta sección contiene información sobre las técnicas de aterrizaje de emergencia en pequeños aviones de ala fija. Las pautas que se presentan son aplicables a las condiciones de terreno más adversas para las cuales no es posible la instrucción práctica. El objetivo es inculcar en el piloto la certeza de que casi cualquier tipo de terreno puede ser considerado "adecuado" para un aterrizaje de emergencia en el que se pueda sobrevivir si el piloto sabe cómo usar la estructura del avión para su propia protección y la protección de los pasajeros.

Tipos de aterrizajes de emergencia

Los diferentes tipos de aterrizajes de emergencia se definen como sigue.

- **Aterrizaje forzoso.** Un aterrizaje inmediato, dentro o fuera de un aeropuerto, necesario por la imposibilidad de continuar el vuelo. Un ejemplo típico es el de un avión forzada a bajar por el fallo del motor.
- **Aterrizaje de precaución.** Un aterrizaje premeditado, dentro o fuera de un aeropuerto, cuando el vuelo aún es posible, pero no aconsejable. Los ejemplos de condiciones que pueden requerir un aterrizaje de precaución incluyen clima en deterioro, estar perdido, escasez de combustible, y desarrollo gradual de una avería del motor.
- **Amerizaje.** Un aterrizaje forzoso o de precaución en el agua.

Un aterrizaje de precaución, por lo general, es menos peligroso que un aterrizaje forzoso debido a que el piloto tiene más tiempo para la selección del terreno y la planificación de la aproximación. Además, el piloto puede usar potencia para compensar los errores de cálculo o de la técnica. El piloto debe ser consciente que demasiadas situaciones que requieren un aterrizaje de precaución se les permite convertirse en aterrizajes forzosos inmediatos, cuando el piloto utiliza un pensamiento ilusorio en lugar de la razón, especialmente cuando se trata de una situación auto-infligida. El piloto no calificado para volar por instrumentos que queda atrapado por el clima, o el piloto que enfrenta un agotamiento de combustible inminente, que no piensa en la posibilidad de un aterrizaje de precaución acepta una alternativa extremadamente peligrosa.

Riesgos psicológicos

Hay varios factores que pueden interferir con la capacidad del piloto para actuar rápida y adecuadamente ante una emergencia.

- **Renuencia a aceptar la situación de emergencia.** Un piloto que permite que la mente se paralice ante la idea de que el avión estará en el suelo, en muy corto tiempo, independientemente de las acciones o deseos del piloto, sufre grandes limitaciones en el manejo de la emergencia. Un deseo inconsciente de retrasar el temido momento puede llevar a tipos de errores como: falla en bajar la nariz para mantener la velocidad de vuelo, demora en la selección de una zona de aterrizaje adecuada a su alcance, e indecisión general. Intentos desesperados para corregir lo que está

mal, a expensas del control de la aeronave, caen en la misma categoría.

- **Deseo de salvar el avión.** El piloto que ha sido condicionado durante la instrucción a encontrar una zona de aterrizaje relativamente segura, cada vez que el instructor cerró el acelerador para un aterrizaje forzoso simulado, puede ignorar todas las reglas básicas de aeronavegabilidad para evitar una toma en un terreno donde los daños al avión son inevitables. Consecuencias típicas son: hacer un viraje de 180° de vuelta a la pista cuando la altitud disponible es insuficiente; estirar el planeo sin tener en cuenta la velocidad mínima de control con el fin de llegar a un campo más atractivo; aceptar una situación de aproximación y aterrizaje que no deja margen para el error. El deseo de salvar el avión, sin considerar los riesgos que implica, puede estar influenciada por otros dos factores: el interés monetario del piloto en el avión y la certeza de que un avión sin daños implica que no hay daños corporales. Hay veces, sin embargo, que un piloto debe estar más interesado en sacrificar el avión para que los ocupantes puedan salir caminando con seguridad.
- **Preocupación excesiva de quedar herido.** El miedo es una parte vital del mecanismo de auto-preservación. Sin embargo, cuando el miedo lleva al pánico, invitamos a lo que más queremos evitar. Los registros de supervivencia favorecen a los pilotos que mantienen su compostura y saben aplicar los conceptos y procedimientos generales que se han desarrollado a través de los años. El éxito de un aterrizaje de emergencia es tanto una cuestión de la mente como de habilidades.

CONCEPTOS BÁSICOS DE SEGURIDAD

Generalidades

Un piloto que se enfrenta a un aterrizaje de emergencia en un terreno que hacen inevitables grandes daños al avión debe tener en cuenta que la prevención de las lesiones por accidentes es en gran medida una cuestión de: (1) mantenimiento de la estructura vital (áreas de piloto/pasajeros) relativamente intacta utilizando estructuras prescindibles (como las alas, tren de aterrizaje, y parte inferior del fuselaje) para absorber la violencia del proceso de detención antes de que afecte a los ocupantes, (2) evitar el contacto corporal contundente con la estructura interior.

La ventaja de sacrificar estructura prescindible se demuestra a diario en las carreteras. Un impacto frontal con el auto contra un árbol a 30 kilómetros por hora (kph) es menos peligroso para un piloto debidamente asegurado que un impacto similar contra la puerta del conductor. La experiencia en accidentes muestra que la cantidad de estructura colapsable entre los ocupantes y el punto de impacto principal en el avión tiene una relación directa con la severidad de las fuerzas de choque transmitidas y, por lo tanto, con la supervivencia.

Evitar el contacto forzoso con la estructura interior es una cuestión de seguridad corporal. A menos que los ocupantes desaceleren a la misma velocidad que la estructura circundante, no se obtendrá ningún beneficio de su relativa integridad. Los ocupantes estarán sometidos a una detención violentamente en la forma de una colisión secundaria.

La estructura del avión colapsable no es el único medio de absorción de energía disponible en una situación de emergencia. La vegetación, árboles, e incluso estructuras hechas por el hombre pueden ser utilizados para este propósito. Los campos cultivados con cultivos densos, como el maíz maduro, son casi tan efectivos en la detención de un avión con daños reparables como un dispositivo de emergencia, sobre una pista. [Figura 16-1] Los arbustos y pequeños árboles proporcionan considerable efecto de amortiguación y frenado sin destruir el avión. Cuando se trata de obstáculos naturales y artificiales con mayor fuerza que la estructura colapsable del avión, el piloto debe planificar la toma de una manera tal que solo la estructura no esencial "se utiliza" en el proceso principal de desaceleración.



Figura 16-1. Uso de la vegetación para absorber energía.

La severidad general del proceso de desaceleración se rige por la velocidad (sobre el terreno) y la distancia de frenado. El más crítico de estos es la velocidad; duplicar la velocidad sobre el terreno significa cuadruplicar la energía destructiva total y viceversa. Incluso un pequeño cambio en la velocidad sobre el terreno en el momento del aterrizaje (ya sea como resultado del

viento o la técnica del piloto) afectará el resultado de un choque controlado. Es importante que la toma durante un aterrizaje de emergencia se haga a la menor velocidad *controlable* posible, usando todos los dispositivos aerodinámicos disponibles.

La mayoría de los pilotos buscarán instintivamente (y correctamente) el campo llano y abierto más grande disponible para un aterrizaje de emergencia. En realidad, se requiere muy poca distancia de frenado si la velocidad se puede disipar de manera uniforme; es decir, si las fuerzas de desaceleración se pueden propagar de manera uniforme sobre la distancia disponible. Este concepto se utiliza en el sistema de detención de los portaaviones que proporciona una fuerza de frenado casi constante desde el momento de enganchado.

El avión liviano típico está diseñado para proporcionar protección en aterrizajes forzosos que exponen a los ocupantes a nueve veces la aceleración de la gravedad (9 G) en dirección hacia adelante. Asumiendo una desaceleración uniforme de 9 G, a 50 mph la distancia de frenado necesaria es de unos 2,85 metros. Mientras que a 100 mph la distancia de frenado es de unos 11,4 metros (cerca de cuatro veces más). [Figura 16-2] Aunque estas cifras se basan en un proceso de desaceleración ideal, es interesante observar lo que puede lograrse en una distancia de frenado corta que se utiliza eficazmente. Entender la necesidad de un proceso de desaceleración firme pero uniforme en muy mal terreno permite al piloto seleccionar las condiciones de la toma que propagará la desintegración de la estructura colapsable en una distancia corta, reduciendo así el pico de desaceleración del área de la cabina.

Actitud y control del régimen de descenso

El error más crítico y a menudo el más imperdonable que se puede hacer en la planificación y ejecución de un aterrizaje de emergencia, incluso en un terreno ideal, es la pérdida de la iniciativa sobre la actitud y régimen de descenso de la aeronave en la toma de contacto. Cuando la toma se hace en terreno plano, abierto, una actitud de cabeceo de nariz abajo excesiva trae el riesgo de "pegar" la nariz en el suelo. Se deben evitar grandes ángulos de alabeo justo antes de aterrizar, ya que aumentan la velocidad de pérdida y la posibilidad de un golpe con la punta del ala.

Ya que la componente vertical de la velocidad del avión se reduce inmediatamente a cero al contacto con el suelo, debe mantenerse bajo control. Una toma plana a un régimen de descenso alta (por encima de 500 pies por minuto) sobre una superficie dura puede ser perjudicial, sin destruir la estructura de cabina, especialmente durante los aterrizajes con tren arriba en

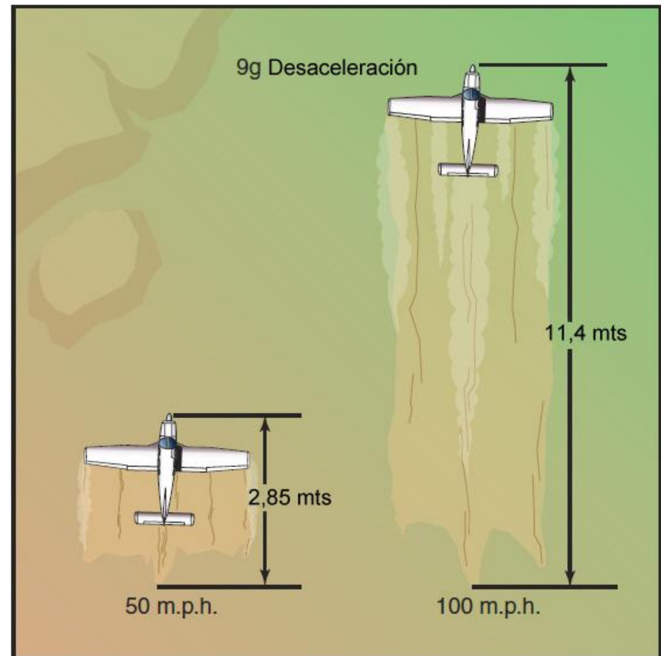


Figura 16-2. Distancia de frenado vs. velocidad.

aviones de ala baja. Una construcción inferior rígida de estos aviones puede impedir una amortiguación adecuada por deformación estructural. Las condiciones de un impacto similar pueden provocar el colapso de la estructura superior en aviones de ala alta. En terreno blando, un régimen de descenso excesivo puede causar el hundimiento de la estructura de la nariz y desaceleración hacia adelante severa.

Selección del terreno

La elección del piloto de los sitios de aterrizaje de emergencia se rige por:

- La ruta seleccionada durante la planificación previa al vuelo.
- La altura sobre el suelo, cuando se produce la emergencia.
- El exceso de velocidad (el exceso de velocidad se puede convertir en distancia y/o altitud).

El único momento en que el piloto tiene opciones muy limitadas es durante la parte baja y lenta del despegue. Sin embargo, incluso en estas condiciones, la capacidad de cambiar la dirección de impacto sólo unos pocos grados puede garantizar un accidente con supervivencia.

Si está más allá de una distancia de planeo de un área abierta adecuada, el piloto debe juzgar el terreno disponible por su capacidad de absorción de energía. Si la emergencia se inicia a una altura considerable sobre el terreno, el piloto debería estar más preocupado por seleccionar primero el área en general deseada más que un punto específico. Las apariencias del terreno en

altitud pueden ser muy engañosas y puede perderse considerable altitud antes de que se pueda señalar el mejor lugar. Por esta razón, el piloto no debería dudar en desechar el plan original para uno que es obviamente mejor. Sin embargo, como regla general, el piloto no debe cambiar de idea más de una vez; un aterrizaje de emergencia bien ejecutado en un terreno malo puede ser menos peligroso que un aterrizaje descontrolado en un campo establecido.

Configuración del avión

Ya que los flaps mejoran la maniobrabilidad a baja velocidad, y reducen la velocidad de pérdida, se recomienda su uso durante la aproximación final cuando el tiempo y las circunstancias lo permitan. Sin embargo, el incremento asociado de resistencia y disminución de la distancia de planeo llama a la prudencia en el momento y la cantidad de su aplicación; el uso prematuro del flap, y la disipación de la altitud, por otro lado puede poner en peligro un buen plan.

No se puede dar una regla firme y rápida en relación con la posición del tren de aterrizaje retráctil en la toma. En terreno desparejo y árboles, o durante impactos a alta velocidad de descenso, un tren extendido sin duda tendría un efecto protector sobre el área de la cabina. Sin embargo, esta ventaja tiene que ser contrapesada frente a los posibles efectos secundarios de un tren colapsado, como la ruptura de un tanque de combustible. Como siempre, se deben seguir las recomendaciones del fabricante como se indica en el AFM/POH.

Cuando está asegurada una toma normal, y hay disponible una amplia distancia de frenado, un aterrizaje con tren arriba sobre terreno nivelado, pero blando, o sobre un campo arado, puede resultar en menor daño del avión que un aterrizaje con tren abajo. [Figura 16-3]



Figura 16-3. Aterrizaje con tren arriba intencionalmente.

La desactivación del sistema eléctrico del avión antes del aterrizaje reduce la probabilidad de un incendio posterior al accidente. Sin embargo, el interruptor principal de la batería no debe ser apagado hasta que el piloto ya no tiene necesidad de energía eléctrica para operar los sistemas del avión vitales. El control positivo del avión durante la parte final de la aproximación tiene prioridad sobre cualquier otra consideración, incluyendo la configuración del avión y comprobaciones de cabina. El piloto debería intentar aprovechar la potencia disponible de un motor funcionando irregularmente; sin embargo, en general es mejor apagar el motor y cerrar el combustible justo antes del aterrizaje. Esto no sólo asegura la iniciativa del piloto sobre la situación, sino que un motor enfriado reduce considerablemente el riesgo de incendio.

Aproximación

Cuando el piloto tiene tiempo para maniobrar, la planificación de la aproximación debe ser regulada por tres factores.

- Dirección y velocidad del viento.
- Dimensiones y pendiente del campo elegido.
- Obstáculos en la senda de aproximación final.

Estos tres factores son raramente compatibles. Cuando se debe hacer un compromiso, el piloto debe aspirar a una combinación de viento/obstáculos/terreno que permita una aproximación final con un margen de error de apreciación o técnica. Un piloto que sobreestima el alcance de planeo puede tentarse a estirar el planeo a través de obstáculos en la senda de aproximación. Por esta razón, a veces es mejor planificar la aproximación sobre un área sin obstáculos, independientemente de la dirección del viento. La experiencia demuestra que una colisión con obstáculos al final de la carrera de aterrizaje, o deslizamiento, es mucho menos peligroso que golpear un obstáculo a la velocidad de vuelo antes de alcanzar el punto de toma de contacto.

TIPOS DE TERRENOS

Ya que un aterrizaje de emergencia en un terreno adecuado se asemeja a una situación en la que el piloto debe estar familiarizado por la instrucción, se tratará sólo la situación más inusual.

Áreas confinadas

La preferencia natural de llevar el avión al suelo no debe conducir a la selección de un lugar abierto entre árboles u obstáculos en el que el suelo no se puede alcanzar sin hacer un descenso empinado.

Una vez que se alcanza el punto de aterrizaje previsto, y el espacio abierto y sin obstrucciones que queda es

muy limitado, puede ser mejor obligar a que el avión baje al suelo que retrasar el aterrizaje hasta que entre en pérdida. Un avión desacelera más rápido después de que está en el suelo que mientras está en el aire. A este respecto también puede ser conveniente un trompo o retraer el tren en determinadas condiciones.

Un río o arroyo puede ser una alternativa atractiva a un terreno desparejo. El piloto debe asegurarse de que el lecho del agua o del arroyo se pueden alcanzar sin que se enganchen las alas. El mismo concepto se aplica a los aterrizajes en carreteras con una precaución adicional; los obstáculos artificiales a ambos lados de la carretera pueden no ser visibles hasta la parte final de la aproximación.

Al planificar una aproximación sobre una carretera, se debe recordar que la mayoría de las autopistas, e incluso caminos de tierra rurales, van paralelos a líneas eléctricas o telefónicas. Sólo una aguda búsqueda de las estructuras de soporte, o postes, puede proporcionar una advertencia oportuna.

Árboles (bosque)

Aunque un aterrizaje sobre árboles no es una perspectiva atractiva, las siguientes pautas generales pueden ayudar a sobrevivir la experiencia.

- Utilice la configuración de aterrizaje normal (full flaps, tren de aterrizaje abajo).
- Mantenga la baja la velocidad respecto al suelo enfrentando al viento.
- Haga contacto a la mínima velocidad indicada, pero no por debajo de la velocidad de pérdida, y "cuelgue" el avión en las ramas de los árboles en una actitud de aterrizaje de la nariz alta. Involucrando la parte inferior del fuselaje y las dos alas en el contacto inicial con los árboles proporciona un efecto más uniforme y positivo de amortiguación, mientras previene la incrustación en el parabrisas. [Figura 16-4]
- Evite el contacto directo del fuselaje con troncos de árboles pesados.
- Los árboles bajos, muy próximos entre sí con amplias, y densas coronas (ramas) cerca del suelo son mucho mejores que los árboles altos con puntas finas; estos últimos permiten demasiada altura de caída libre. (Una caída libre de 25 metros resulta en una velocidad de impacto de unos 40 nudos, o cerca de 4.000 pies por minuto)
- Lo ideal es que el contacto inicial con los árboles debe ser simétrico; es decir, las dos alas deben encontrar la misma resistencia en las ramas de los árboles. Esta distribución de la carga ayuda para mantener la actitud correcta del avión. También puede impedir la pérdida de una de las alas, que invariablemente conduce a un descenso más rápido y menos predecible al suelo.
- Si el contacto con un tronco de árbol grueso es inevitable una vez que el avión está en tierra, lo mejor es involucrar a ambas alas al mismo tiempo dirigiendo el avión entre dos árboles adecuadamente espaciados. **No intente esta maniobra, sin embargo, mientras todavía esté en el aire.**



Figura 16-4. Aterrizaje sobre árboles.

Agua (amerizaje) y nieve

Un aterrizaje en el agua bien ejecutado normalmente implica menos violencia de desaceleración que un pobre aterrizaje sobre árboles o una toma sobre terrenos extremadamente desparejos. También un avión que se ameriza a la velocidad mínima y en una actitud normal de aterrizaje no se hundirá inmediatamente después de la toma. Unas alas y tanques de combustible (especialmente cuando están vacíos) intactos proporcionan flotación por lo menos durante varios minutos, incluso si la cabina puede estar por debajo de la línea de agua en un avión de ala alta.

La pérdida de la percepción de profundidad puede producirse cuando aterriza en una amplia extensión de aguas tranquilas, con el riesgo de volar hacia el agua o entrar en pérdida desde una altura excesiva. Para evitar este peligro, se debe crear resistencia cuando sea

posible. No utilice más de flaps medios en los aviones de ala baja. La resistencia al agua de flaps totalmente extendidos puede resultar en fallo asimétrico del flap y desaceleración del avión. Mantenga arriba el tren de aterrizaje retráctil a menos que el AFM/POH le indique lo contrario.

Un aterrizaje en la nieve debe ser ejecutado como un amerizaje, en la misma configuración y con el mismo cuidado por la pérdida de la percepción de profundidad en condiciones de visibilidad reducida y en terreno abierto.

FALLA DE MOTOR DESPUÉS DEL DESPEGUE (MONOMOTOR)

La altitud disponible es, en muchos sentidos, el factor determinante en la realización con éxito de un aterrizaje de emergencia. Si se produce un fallo de motor inmediatamente después del despegue y antes de que se alcance una altitud de maniobra segura, por lo general es desaconsejable tratar de volver al campo desde donde se despegó. En cambio, es más seguro establecer de inmediato la actitud apropiada de planeo, y seleccionar un campo directamente adelante o ligeramente hacia un lado de la trayectoria de despegue.

La decisión de continuar al frente es a menudo difícil de tomar a menos que se consideren seriamente los problemas involucrados en el intento de volver. En primer lugar, el despegue fue con toda probabilidad hecho contra el viento. Para volver al campo de despegue, se debe realizar un viraje con viento a favor. Esto aumenta la velocidad sobre el terreno y apura al piloto aún más para cumplir con los procedimientos y en la planificación de la aproximación para el aterrizaje. En segundo lugar, el avión estará perdiendo considerable altura durante el viraje y todavía podría estar alabeando cuando toma contacto con el suelo (lo que sería una catástrofe para los ocupantes, así como para el avión). Después de virar a favor del viento, el aparente aumento de la velocidad sobre el terreno podría engañar al piloto y conducir a que intente reducir la velocidad del avión antes de tiempo causando la entrada en pérdida. Por otra parte, continuar en línea recta o hacer un giro suave permite al piloto más tiempo para establecer una actitud de aterrizaje segura, y el aterrizaje se puede hacer lo más lentamente posible, pero más importante, el avión se puede aterrizar mientras está bajo control.

En cuanto al tema de volver a la pista después de un fallo de motor en el despegue, el piloto debe determinar la altitud mínima si debe intentar tal maniobra en un avión particular. Experimentar a altitud de seguridad debe dar al piloto una aproximación de la altura perdida en un viraje descendente de 180º con la potencia a ralentí. Agregando un factor de seguridad de alrededor de 25 por ciento, le debe dar al piloto una altura de decisión práctica. La capacidad de hacer un viraje de 180º no significa necesariamente que se puede llegar a la pista de despegue en un planeo sin potencia; esto depende del viento, la distancia recorrida durante el ascenso, la altura alcanzada, y la distancia de planeo del avión sin potencia. El piloto también debe recordar que volver a la pista de despegue, de hecho, puede requerir un cambio de dirección de más de 180°.

Consideremos el siguiente ejemplo de un avión que ha despegado y ascendido a una altitud de 300 pies AGL cuando falla el motor. [Figura 16-5]. Después de un tiempo de reacción típico de 4 segundos, el piloto decide regresar a la pista. Usando un régimen de viraje estándar (3° de cambio de dirección por segundo), tardará 1 minuto para virar 180°. A una velocidad de planeo de 65 nudos, el radio de giro es de 640 metros, por lo que al finalizar el viraje, el avión estará 1.360 metros a un lado de la pista de aterrizaje. El piloto debe girar otros 45º para dirigir el avión hacia la pista. En este momento el cambio total de dirección es de 225° equivalentes a 75 segundos más 4 segundos de tiempo de reacción. Si el avión en un planeo sin potencia desciende aproximadamente a 1.000 pies por minuto, habrá descendido 1.316 pies, dejándolo 1.016 pies por debajo de la pista de aterrizaje.

DESCENSOS DE EMERGENCIA

Un descenso de emergencia es una maniobra para descender lo más rápidamente posible a una altitud menor o al suelo para un aterrizaje de emergencia. [Figura 16-6] La necesidad de esta maniobra puede resultar de un incendio incontrolable, una pérdida repentina de la presurización de la cabina, o cualquier otra situación que demanda un descenso inmediato y rápido. El objetivo es descender el avión tan pronto y rápido como sea posible, dentro de los límites estructurales del avión. Los descensos de emergencia simulados se deben hacer en un viraje para comprobar si hay otro tránsito aéreo por debajo y para buscar una posible zona de aterrizaje de emergencia. Un anuncio por radio diciendo las intenciones de descenso puede ser apropiado para alertar a otras aeronaves en la zona. Cuando inicia el descenso, debe ser establecido un alabeo de aproximadamente 30 a 45° para mantener factores de carga positivos (fuerzas "G") en el avión.

Figura 16-5. Viraje de retorno a la pista después de una falla de motor.

La instrucción de descenso de emergencia se debe realizar según lo recomendado por el fabricante, incluyendo la configuración y velocidades. Excepto cuando esté prohibido por el fabricante, la potencia debe ser reducida a ralentí y el control de la hélice (si existe) deberá ser colocado en posición de paso bajo (o altas revoluciones por minuto). Esto permitirá que la hélice actúe como un freno aerodinámico para ayudar a prevenir un aumento excesivo de velocidad durante el descenso. El tren de aterrizaje y los flaps deben extenderse según lo recomendado por el fabricante. Esto proporcionará máxima resistencia de manera que el descenso se puede hacer lo más rápidamente posible, sin velocidad excesiva. El piloto no debe permitir que la velocidad del avión pase la velocidad de nunca exceder (V_{NE}), la máxima velocidad de extensión de tren de aterrizaje (V_{LE}) o la velocidad máxima de flaps extendido (V_{FE}), según corresponda. En el caso de un incendio en el motor, una alta velocidad de descenso podría apagar el fuego. Sin embargo, el debilitamiento de la estructura del avión es una de las principales preocupaciones y el descenso a baja velocidad colocaría menos estrés en el avión. Si el descenso se realiza en condiciones de turbulencia, el piloto también debe cumplir con las limitaciones de la velocidad de maniobra (V_A). El descenso se debe hacer a la velocidad máxima permitida coherente con el procedimiento utilizado. Esto proporcionará un aumento de la resistencia y por lo tanto la pérdida de

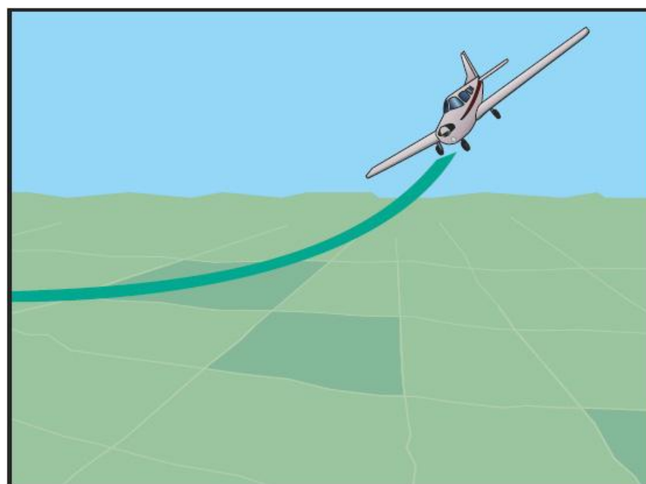


Figura 16-6. Descenso de emergencia.

altitud lo más rápidamente posible. La recuperación de un descenso de emergencia debe iniciarse a una altura lo suficientemente alta como para asegurar una recuperación segura a vuelo nivelado o un aterrizaje de precaución.

Cuando se establece y estabiliza el descenso durante la instrucción y práctica, el descenso debe ser terminado. En aviones con motor de pistón, se debe evitar la práctica prolongada de los descensos de emergencia para evitar el enfriamiento excesivo de los cilindros del motor.

FUEGO EN VUELO

Un incendio en vuelo exige una acción inmediata y decisiva. Por ello, el piloto debe estar familiarizado con los procedimientos indicados para esta emergencia contenida en el AFM/POH del avión particular. A los efectos de este manual, el fuego en vuelo se clasifica como: fuego en el motor en vuelo, fuego eléctrico, y fuego en cabina.

Fuego en motor

El fuego en el compartimiento del motor en vuelo es generalmente causado por un fallo que permite que una sustancia inflamable, tales como combustible, aceite o fluido hidráulico entre en contacto con una superficie caliente. Esto puede ser causado por una falla mecánica del motor en sí, un accesorio actuado por el motor, un sistema de admisión o de escape defectuoso, o una línea rota. El fuego en el compartimiento del motor también pueden ser el resultado de errores de mantenimiento, tales como líneas instaladas/ajustadas inapropiadamente y/o accesorios que producen fugas.

El fuego en el compartimiento del motor puede ser indicado por el humo y/o llamas procedentes de la zona del capot del motor. También puede ser indicado por la decoloración, formación de burbujas, y/o por derretimiento del capot del motor, en los casos donde las llamas y/o humo no son visibles para el piloto. Para cuando un piloto se da cuenta de que hay fuego en el compartimiento del motor en vuelo, por lo general está bien desarrollado. A menos que el fabricante del avión indique algo distinto en el AFM/POH, el primer paso al descubrir fuego debe ser cortar el suministro de combustible al motor colocando el control de la mezcla en posición cerrada y la válvula del selector de combustible en la posición OFF. El interruptor de encendido debe dejarse ON para poder utilizar el combustible que queda en los conductos de combustible y componentes entre el selector de la válvula de combustible y el motor. Este procedimiento puede acabar el combustible del compartimiento del motor y provocar que el fuego se apague naturalmente. Si se apagan las llamas, no se debe hacer ningún intento de arrancar el motor.

Si el fuego en el motor es alimentado por aceite, como se evidencia por el humo negro, en oposición al fuego alimentado por combustible que produce llamas de color naranja brillante, el piloto debería considerar parar la rotación de la hélice por abanderamiento u otros medios, tales como (con hélices de velocidad constante) colocando la palanca de control de paso en la posición de mínima rpm y elevando la nariz para reducir la velocidad hasta que la hélice deja de girar. Este procedimiento detendrá una bomba de aceite (o hidráulica) accionada por el motor para que no continúe bombeando el fluido inflamable que está alimentando el fuego.

Algunas listas de control de emergencia de aviones ligeros indican al piloto apagar el interruptor principal de corriente. Sin embargo, el piloto debe considerar que a menos que el fuego sea de naturaleza eléctrica, o un aterrizaje forzoso es inminente, desactivar el sistema eléctrico impide el uso de radios para la transmisión de los mensajes de socorro y también hará que el control del tráfico aéreo (ATC) pierda la transmisión de transpondedor .

Los pilotos de aviones monomotores sin potencia no tienen otra opción más que hacer un aterrizaje forzoso. Los pilotos de aviones bimotores *pueden* optar por continuar el vuelo hasta el aeropuerto más cercano. Sin embargo, debería considerar la posibilidad de que un ala podría ser seriamente deteriorada y dar lugar a un fallo estructural. Incluso un breve, pero intenso fuego, puede causar daños estructurales peligrosos. En algunos casos, el fuego podría seguir ardiendo bajo el ala (o carenado del motor en el caso de un avión de un solo motor) fuera de la vista del piloto. Los fuegos en el compartimiento del motor que parecen haberse extinguido son conocidos por reavivarse con los cambios en el patrón del flujo de aire y la velocidad.

El piloto debe estar familiarizado con los procedimientos de descenso de emergencia del avión. El piloto debe tener en cuenta que:

- El avión puede verse seriamente dañado estructuralmente hasta el punto de que la capacidad de mantenerlo bajo control se podría perder en cualquier momento.
- El avión puede estar todavía con fuego y susceptible a una explosión.
- El avión es sacrificable y lo único que importa es la seguridad de las personas a bordo.

Fuego eléctrico

La indicación inicial de un fuego de origen eléctrico es por lo general el olor distintivo de la quema de aislante. Una vez que se detecta un fuego eléctrico, el piloto debe tratar de identificar el circuito defectuoso comprobando los fusibles automáticos, instrumentos, aviónica, y luces. Si el circuito defectuoso no se puede detectar y aislar fácilmente, y las condiciones de vuelo lo permiten, el interruptor principal de la batería y los interruptores de alternador/generador deben apagarse para eliminar el posible origen del fuego. Sin embargo, cualquier material que se haya encendido puede continuar quemándose.

Si la energía eléctrica es absolutamente esencial para el vuelo, se puede intentar identificar y aislar el circuito defectuoso mediante:

1. Colocar el interruptor principal (master) en la posición OFF.
2. Colocar todos los interruptores eléctricos individuales en OFF.
3. Colocar el interruptor principal en ON.
4. Seleccionar los interruptores eléctricos que se encontraban en ON antes de la indicación de fuego de a uno a la vez, permitiendo un corto lapso de tiempo después de activar cada interruptor para verificar si hay signos de olor, humo o chispas.

Este procedimiento, sin embargo, tiene el efecto de volver a crear el problema original. El curso de acción más prudente es aterrizar lo más pronto posible.

Fuego en cabina

El fuego en cabina generalmente es el resultado de una de tres fuentes: (1) fumar sin cuidado por parte del piloto y/o pasajeros; (2) falla del sistema eléctrico; (3) falla del sistema de calefacción. Un fuego en la cabina demanda al piloto dos tareas inmediatas: atacar el fuego, y llevar el avión a tierra con seguridad lo más rápidamente posible. Un incendio o humo en la cabina debe ser controlado mediante la identificación y el cierre del sistema que falla. En muchos casos, el humo puede ser retirado de la cabina por la apertura de las ventilaciones de cabina. Esto se debe hacer solamente después de que se ha utilizado el extintor (si está disponible). Luego, el control de aire de la cabina se puede abrir para eliminar de la cabina tanto el humo como los gases. Si el humo aumenta en intensidad cuando se abren las ventilaciones de la cabina, deben ser cerradas de inmediato. Esto indica un posible incendio en el sistema de calefacción, compartimiento de equipaje de nariz (si lo tiene), o que el aumento en el flujo de aire está alimentando el fuego.

En aviones presurizados, el sistema de presurización de aire eliminará el humo de la cabina; sin embargo, si el humo es intenso, puede ser necesario despresurizar en altitud, si hay oxígeno disponible para todos los ocupantes, o ejecutar un descenso de emergencia.

En monomotores y bimotores ligeros no presurizados, el piloto puede intentar expulsar el humo de la cabina abriendo las ventanas de tormenta. Estas ventanas deben cerrarse de inmediato si el fuego se hace más intenso. Si el humo es intenso, los pasajeros y la tripulación deben usar máscaras de oxígeno si están disponibles, y el piloto debería iniciar un descenso inmediato. El piloto también debe ser consciente de que en algunos aviones, bajar el tren de aterrizaje y/o flaps puede agravar el problema de humo en cabina.

FALLA O MALFUNCIONAMIENTO DE CONTROLES DE VUELO

Falla total del flap

La incapacidad de extender los flaps requerirá una aproximación y aterrizaje sin flaps. En aviones ligeros una aproximación y aterrizaje sin flaps no es particularmente difícil o peligroso. Sin embargo, hay ciertos factores que deben considerarse al ejecutar esta maniobra. Un aterrizaje sin flaps requiere sustancialmente más pista que lo normal. El aumento de la distancia de aterrizaje requerida podría ser de hasta un 50 por ciento.

Cuando vuela en el circuito de tránsito con los flaps retraídos, el avión debe volar en una actitud de nariz relativamente alta para mantener la altitud, comparado con el vuelo con flaps extendidos. La pérdida de altitud puede ser más problemática sin el beneficio de la resistencia normalmente proporcionada por los flaps. Un circuito de tránsito más largo y ancho puede ser necesario para evitar tener que picar para perder altura y por lo tanto aumentar excesivamente la velocidad.

En la aproximación final, una actitud de nariz alta puede dificultar la visión de la pista. Esta situación, si no se prevé, puede dar lugar a graves errores al juzgar la altura y distancia. Aproximar a la pista en una actitud de nariz relativamente alta también puede causar la percepción de que el avión está cerca de una pérdida. Esto puede hacer que el piloto baje la nariz bruscamente y tome tierra en la rueda delantera.

Con los flaps retraídos, y la potencia reducida para el aterrizaje, el avión es un poco menos estable en los ejes de cabeceo y alabeo. Sin flaps, el avión tiende a flotar considerablemente durante la recogida. El piloto debe evitar la tentación de forzar el avión a bajar a la pista a una velocidad excesivamente alta. Tampoco se

debe recoger en exceso, ya que sin flaps esto podría causar que la cola golpee la pista de aterrizaje.

Flap asimétrico (Dividido)

Una situación de flap asimétrico es aquella en la que un flap se extiende o retrae mientras el otro permanece en posición. El problema se indica por un alabeo pronunciado hacia el ala con la menor deflexión de flap cuando éstos son extendidos/retraídos.

El alabeo encontrado en una situación de flap asimétrico se contrarresta con alerón opuesto. La guiñada causada por la resistencia adicional creada por el flap extendido requerirá sustancial timón opuesto, resultando en una condición de mandos cruzados. Puede ser necesaria casi deflexión total de alerón para mantener una actitud de alas niveladas, sobre todo a la velocidad reducida necesaria para la aproximación y el aterrizaje. El piloto, por tanto, no debería tratar de aterrizar con un viento cruzado desde el lado del flap desplegado, ya que podría no estar disponible el control de alabeo adicional necesario para contrarrestar el viento cruzado.

El piloto debe ser consciente de la diferencia de velocidades de pérdida entre un ala y la otra en una situación de flap dividido. El ala con el flap retraído entrará en pérdida mucho antes que el ala con el flap desplegado. Este tipo de pérdida asimétrica resultará en un alabeo incontrolable en la dirección del ala en pérdida (limpia). Si la altitud lo permite, se desarrollará un spin.

La aproximación para el aterrizaje con una condición de flap asimétrico se debe volar a una velocidad más alta que lo normal. El piloto no debería correr el riesgo de una pérdida asimétrica y la consiguiente pérdida de control por una recogida excesiva. Más bien, el avión se debe volar hasta la pista para que la toma se produzca a una velocidad consistente con un margen de seguridad por encima de la velocidad de pérdida con flaps arriba.

Pérdida de control del elevador

En muchos aviones, el elevador es controlado por dos cables: un cable hacia "abajo" y uno hacia "arriba". Normalmente, una rotura o desconexión en sólo uno de estos cables no resultará en una pérdida total de control del elevador. En la mayoría de los aviones, un cable roto resulta en una pérdida parcial de control del cabeceo. Al fallar el cable de elevador “arriba” (estando el elevador "abajo" intacto y funcional) la palanca de mando se moverá hacia atrás con facilidad, pero sin producir respuesta. Moviendo el control hacia adelante, sin embargo, más allá de la posición neutra produce una actitud de nariz abajo. A la inversa, una falla del cable del elevador "abajo", el movimiento hacia adelante de la palanca de mando no produce ningún efecto. El piloto, sin embargo, tendrá un control parcial de la actitud de cabeceo con el movimiento hacia atrás.

Cuando se experimenta una pérdida de control de **elevador hacia arriba,** el piloto puede mantener el control de cabeceo por medio de:

- Aplicar considerable compensador nariz arriba.
- Empujar la palanca de mando hacia adelante para lograr y mantener la actitud deseada.
- Incrementar la presión hacia delante para bajar la nariz y relajar la presión hacia delante para subir la nariz.
- Relajar la presión hacia adelante para recoger durante el aterrizaje.

Cuando se experimenta una pérdida de control de **elevador hacia abajo,** el piloto puede mantener el control de cabeceo por medio de:

- Aplicar considerable compensador nariz abajo.
- Tirar de la palanca de mando hacia atrás para lograr y mantener la actitud deseada.
- Relajar la presión atrás para bajar la nariz e incrementar la presión atrás para subir la nariz.
- Aumentar la presión atrás para recoger durante el aterrizaje.

Los mecanismos de compensación pueden ser útiles en caso de un fallo del control primario en vuelo. Por ejemplo, si la unión entre la cabina y el elevador falla en vuelo, dejando el elevador libre como veleta al viento, la aleta de compensación puede ser utilizada para subir o bajar el elevador, dentro de sus límites. Los compensadores no son tan eficaces como el control normal en condiciones tales como una baja velocidad, pero tienen un efecto positivo, usualmente suficiente como para llevar a cabo un aterrizaje seguro.

Si el elevador se atasca, resultando en una pérdida total del movimiento del control de elevador, varias combinaciones de potencia y extensión de flaps ofrecen una cantidad limitada de control de cabeceo. Un aterrizaje exitoso en estas condiciones, sin embargo, es difícil.

FALLA DEL TREN DE ATERRIZAJE

Una vez que el piloto ha confirmado que el tren de aterrizaje funciona mal, y que una o más patas del tren se niega a responder a los métodos convencionales o alternativos de extensión contenidos en el AFM/POH, hay varios métodos que pueden ser útiles en el intento de forzar al tren a que baje. Un método consiste en

picar el avión (en aire suave solamente) a la velocidad V_{NE} (línea roja en el indicador de velocidad) y (dentro de los límites de seguridad) ejecutar un tirón rápido hacia arriba. En la categoría normal de aviones, este procedimiento creará una carga de 3,8 G sobre la estructura, haciendo que el tren de aterrizaje pese 3,8 veces más de lo normal. En algunos casos, esto puede forzar el tren a la posición abajo y bloqueado. Este procedimiento requiere un control fino y una buena sensación del avión. El piloto debe evitar exceder los límites de diseño de estrés del avión al intentar bajar el tren de aterrizaje. El piloto también debe evitar una pérdida acelerada y posible pérdida de control mientras dirige la atención a solucionar el problema del tren de aterrizaje.

Otro método que se ha probado útil en algunos casos es inducir una guiñada rápida. Después de estabilizar a la velocidad de maniobra (V_A) o ligeramente menor, el piloto debe aplicar alternativa y agresivamente timón en una dirección y luego en la otra en rápida secuencia. La acción de guiñada resultante puede hacer que el tren de aterrizaje a caiga en su lugar.

Si todos los esfuerzos para extender el tren han fracasado, y el aterrizaje con tren arriba es inevitable, el piloto debe seleccionar un aeropuerto con instalaciones de emergencia y rescate. El piloto no debe dudar en solicitar que los equipos de emergencia estén en espera.

Al seleccionar una superficie de aterrizaje, el piloto debería considerar que una pista de superficie dura y lisa generalmente causa menos daño que, una franja de pasto áspera, sin preparar. Una superficie dura, sin embargo, crea chispas que puede encender el combustible. Si el aeropuerto está equipado, el piloto puede solicitar espuma sobre la superficie de la pista. El piloto debería considerar quemar el exceso de combustible. Esto reducirá la velocidad de aterrizaje y un potencial incendio.

Si la falla del tren de aterrizaje se limita a una pata principal del tren, el piloto debe consumir tanto combustible de ese lado del avión como sea posible, reduciendo así el peso del ala en ese lado. El peso reducido permite retrasar que el ala sin apoyo entre en contacto con la superficie durante la carrera de aterrizaje hasta el último momento posible. Velocidades de impacto reducidas provocan menos daño.

Si sólo una pata del tren no se extiende, el piloto tiene la opción de aterrizar en las patas del tren disponibles, o con todas las patas del tren retraídas. Aterrizar en una sola pata principal causa generalmente que el avión vire fuertemente en la dirección de la pata del tren averiado después de la toma. Si la pista es angosta, y/o hay zanjas y obstáculos al borde de la pista, es necesario el máximo control direccional después de la toma. En esta situación, un aterrizaje con las tres ruedas retraídas puede ser el curso de acción más seguro.

Si el piloto decide aterrizar con una pata principal retraída (y la otra pata principal y nariz abajo y bloqueadas), el aterrizaje debe hacerse en una actitud de nariz arriba con las alas niveladas. Al decaer la velocidad, el piloto debe aplicar el control de alerón necesario para mantener en el aire el ala sin apoyo el mayor tiempo posible. [Figura 16-7] Una vez que el ala contacta la superficie, el piloto puede anticipar una fuerte guiñada en esa dirección. El piloto debe estar preparado para utilizar timón opuesto completo y frenado agresivo para mantener un cierto grado de control direccional.

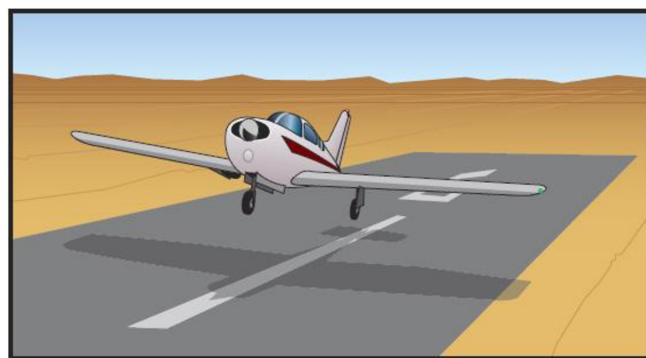


Figura 16-7. Aterrizaje con una pata retraída.

Cuando aterriza con la rueda delantera retraída (y el tren principal extendido y bloqueado) el piloto debe mantener la nariz fuera de la tierra hasta que se haya aplicado elevador atrás *casi* total. [Figura 16-8] El piloto debe entonces liberar la presión atrás de tal manera que la nariz se asiente suavemente sobre la superficie. Aplicar y mantener elevador atrás *total* resultará en la caída brusca de la nariz a la superficie al disminuir la velocidad, posiblemente resultando en hundimiento y/o daño adicional. No debe aplicarse presión de freno durante la carrera de aterrizaje a menos que sea absolutamente necesario para evitar una colisión con obstáculos.



Figura 16-8. Aterrizaje con rueda de nariz retraída.

Si el aterrizaje debe hacerse sólo con el tren de nariz extendido, el contacto inicial debe hacerse sobre la estructura posterior del fuselaje con una actitud nariz arriba. Este procedimiento le ayudará a prevenir hacer carretilla o rebotar. El piloto debe entonces permitir que la rueda delantera toque gradualmente, utilizando la dirección del tren de nariz según sea necesario para el control direccional.

FALLAS DE SISTEMAS

Sistema eléctrico

La pérdida de energía eléctrica puede privar al piloto de numerosos sistemas críticos, y por lo tanto no se debe tomar a la ligera, incluso en condiciones de día/VFR. La mayoría de las fallas en vuelo del sistema eléctrico se encuentran en el generador o alternador. Una vez que el sistema de generador o alternador queda fuera de línea, la fuente de energía eléctrica en un avión ligero típico es la batería. Si una luz de advertencia o amperímetro indica la posibilidad de una falla de alternador o generador en un avión con un solo sistema de generación, sin embargo, el piloto puede tener muy poco tiempo disponible de la batería.

La categoría de la batería del avión proporciona una idea sobre cuánto tiempo *puede* durar. Con las baterías, cuanto más alta es la carga de amperaje, menor es el amperaje total útil. Así, una batería de 25 amperios hora podría entregar 5 amperios por hora durante 5 horas, pero si la carga se incrementa a 10 amperios, podría durar sólo 2 horas. Una carga de 40 amperios podría descargar la batería completamente en unos 10 o 15 minutos. Mucho depende de la condición de la batería en el momento de la falla del sistema. Si la batería ha estado en servicio durante algunos años, su potencia puede estar reducida considerablemente debido a la resistencia interna. O si el fallo del sistema no se detecta de inmediato, gran parte de la energía almacenada podría haber sido utilizada. Es esencial, por lo tanto, que el piloto corte inmediatamente las cargas no esenciales cuando la fuente de generación falla. [Figura 16-9] El piloto debe entonces planificar el aterrizaje en el aeropuerto más cercano adecuado.

Lo que constituye una carga de "emergencia" a raíz de un fallo del sistema de generación no puede ser predeterminado, ya que las circunstancias reales siempre serán algo diferentes, por ejemplo, si el vuelo es VFR o IFR, si se lleva a cabo de día o de noche, entre nubes o despejado. La distancia al aeropuerto más cercano adecuado también puede ser un factor.

El piloto debe recordar que el tren de aterrizaje y flaps operados eléctricamente (o seleccionados eléctrica-mente) no funcionarán correctamente con la energía que queda en una batería parcialmente descargada. Los motores del tren de aterrizaje y flaps utilizan la potencia a un ritmo mucho mayor que la mayoría de otros tipos de equipos eléctricos. El resultado de seleccionar estos motores en una batería parcialmente descargada bien puede resultar en una pérdida total inmediata de la energía eléctrica.

Consumos Eléctricos para Monomotor Liviano	Número de Unidades	Total Amperes
A. Consumo Continuo		
Calefacción Pitot (Operando)	1	3.30
Luces Navegación	4	3.00
Encendido Calefacción	1	1-20
**Receptores Navegación	1-4	1-2 c/u
**Receptores Comunicación	1-2	1-2 c/u
Indicador Combustible	1	0.40
Luces Instrumentos	2	0.60
Indicador Motor	1	0.30
Luz Compás	1	0.20
Indicador Tren Aterrizaje	1	0.17
Indicador Flap	1	0.17
B. Consumo Intermitente		
Arranque	1	100.00
Luces Aterrizaje	2	17.80
Ventilador Calefacción	1	14.00
Motor Flap	1	13.00
Motor Tren Aterrizaje	1	10.00
Encendedor Cigarrillo	1	7.50
Transceptor (transmitiendo)	1	5-7
Bomba Combustible	1	2.00
Motor Aleta Refrigeración	1	1.00
Alarma Pérdida	1	1.50

** El amperage para las radios varia con el equipamiento. En general, cuanto más reciente es el modelo requiere menos amperage.
NOTA: las luces de panel e indicadores usualmente consumen menos de un amper.

Figura 16-9. Cargas eléctricas para un mono-motor liviano.

Si el piloto experimenta una pérdida total de energía eléctrica en vuelo, debe tomar las siguientes medidas:

- Cortar todos los equipos eléctricos, excepto los más necesarios.
- Entender que la pérdida de energía eléctrica es crítica en un avión pequeño, notifique al ATC la situación inmediatamente. Solicite vectores radar para aterrizar en el aeropuerto apropiado más cercano.
- Si el tren o flaps están controlados u operados eléctricamente, planifique el arribo con tiempo. Espere realizar un aterrizaje sin flaps, y anticipe una extensión manual del tren de aterrizaje.

Sistema Estático-Pitot

La fuente de presión para el funcionamiento del indicador de velocidad, velocidad vertical, y el altímetro es el sistema estático-pitot. Los principales componentes del sistema estático- pitot son la cámara de presión de impacto y líneas, y la cámara de presión estática y líneas, cada una de las cuales están sujetas a la obstrucción total o parcial por hielo, suciedad, y/u otras materias extrañas. El bloqueo del sistema pitot-estático afectará negativamente el funcionamiento de los instrumentos. [Figura 16-10]

La obstrucción *parcial* del sistema estático es traicionera, ya que puede pasar desapercibida hasta una fase crítica del vuelo. Durante el despegue, ascenso, y nivelado a la altitud de crucero el altímetro, velocímetro, e indicador de velocidad vertical pueden funcionar normalmente. Podría no haber ninguna indicación de mal funcionamiento hasta que comienza el descenso.

Si el sistema estático está muy restringido, pero no bloqueado por completo, cuando desciende, la presión estática de referencia en los instrumentos comienza a quedar atrás de la presión del aire exterior. Mientras desciende, el altímetro puede indicar que el avión está más alto que lo real porque la obstrucción desacelera el flujo de aire desde la toma estática al altímetro. El indicador de velocidad vertical confirma la información del altímetro con respecto a la tasa de cambio, porque la presión de referencia no cambia a la misma velocidad que la presión del aire exterior. El velocímetro, incapaz de decir si experimenta una mayor presión de pitot aerodinámica o menor presión estática de referencia, indica una velocidad superior a la real. Para el piloto, los instrumentos indican que el avión está muy alto, va muy rápido, y desciende a un ritmo mucho menor de lo deseado.

Si el piloto nivela y comienza un ascenso, el altímetro todavía puede retrasarse. El indicador de velocidad vertical indicará que el avión no sube tan rápido como en la realidad. La velocidad indicada, sin embargo, puede comenzar a disminuir a un ritmo alarmante. La mínima actitud de cabeceo arriba puede hacer que la aguja del velocímetro indique que está peligrosamente cerca de la velocidad de pérdida.

La gestión de la falla del sistema estático requiere que el piloto sepa y entienda el sistema pitot-estático del avión. Si sospecha de una falla en el sistema, el piloto debe confirmarlo mediante la apertura de la toma estática alternativa. Esto debe hacerse mientras el avión está ascendiendo o descendiendo. Si las agujas del instrumento se mueven significativamente cuando se hace esto, existe un problema con la presión estática y la toma alternativa se debe utilizar durante el resto del vuelo.

Efecto de Toma Pitot/Estática Bloqueada sobre Velocidad, Altímetro e Indicador Velocidad Vertical	Velocidad Indicada	Altitud Indicada	Velocidad Vertical Indicada
Toma Pitot Bloqueada	Aumenta al ganar altitud; disminuye al perder altitud.	Sin afectar	Sin afectar
Una Toma Estática Bloqueada	Imprecisa mientras desliza; muy sensible en turbulencia.		
Ambas Tomas Estáticas Bloqueadas	Disminuye al ganar altitud; aumenta al perder altitud.	No cambia con la ganancia o pérdida de altitud.	No cambia con las variaciones de velocidad vertical.
Toma Pitot y Estática Bloqueadas	Todas las indicaciones permanecen constantes, sin importar los cambios de velocidad, altitud y velocidad vertical.		

Figura 16-10. Efectos del bloqueo del sistema estático-pitot.

INDICACIONES ANORMALES DE INSTRUMENTOS DEL MOTOR

El AFM/POH para el avión específico contiene información que se debe seguir en caso de cualquier indicación anormal en los instrumentos del motor. La tabla en esta página ofrece información genérica sobre algunas de las indicaciones de instrumentos de motor anormales que se experimentan más comúnmente en vuelo, sus posibles causas y acciones correctivas.

APERTURA DE PUERTA EN VUELO

En la mayoría de los casos, la apertura inadvertida de una puerta no es de gran preocupación para la seguridad de un vuelo, sino más bien, la reacción del piloto en el momento que ocurre el incidente. Una puerta que se abre en vuelo puede estar acompañada por un ruido fuerte y repentino, nivel de ruido sostenido y posibles vibraciones o sacudidas. Si un piloto se permite distraerse hasta el punto en que centra la atención en la

FALLO	CAUSA PROBABLE	ACCION CORRECTIVA
Pérdida de rpm durante vuelo de crucero (sin motores para altitud)	Hielo en admisión o carburador o filtro de aire obstruido	Aplique calefacción carburador. Si sospecha de filtro sucio y tiene disponible aire no filtrado, mueva el selector a la posición sin filtrar.
Pérdida de presión de admisión durante el vuelo de crucero	Misma que anterior Falla del turboalimentador	Misma que anterior. Posible pérdida de escape. Detenga el motor o use la menor potencia posible. Aterrice lo antes posible.
Aumento de presión de admisión durante el vuelo de crucero	Acelerador adelantado, control de hélice ha reducido las rpm, o método inapropiado de reducción de potencia	Reajuste el acelerador y la traba de fricción. Reduzca la presión de admisión previo a reducir las rpm.
Temperatura de aceite alta	Aceite congelado en enfriador Refrigeración de motor inadecuada Detonación o preencendido Falla interna de motor inminente Termostato de control refrigeracion de aceite defectuoso	Reduzca la potencia. Aterrice. Caliente motor. Reduzca potencia. Incremente velocidad. Verifique la tapa de cilindros por alta temperatura. Reduzca presión de admisión. Enriquezca la mezcla. Aterrice lo antes posible o coloque la hélice en bandera y pare el motor. Aterrice lo antes posible. Consulte al personal de mantenimiento.
Temperatura de aceite baja	Motor no calentado hasta la temperatura de operación	Caliente el motor de la manera indicada.
Presión de aceite alta	Aceite frío Posible taponamiento interno	Misma anterior. Reduzca potencia. Aterrice lo antes posible.
Presión de aceite baja	Válvula de alivio de presión rota Aceite insuficiente Rodamientos quemados	Aterrice lo antes posible o coloque la hélice en bandera y pare el motor. Misma anterior. Misma anterior.
Presión de aceite fluctuante	Baja cantidad de aceite, pérdida en las líneas, válvula de alivio defectuosa	Misma anterior.
Temperatura de tapa de cilindros alta	Ajuste de aletas de refrigeración inapropiada Insuficiente velocidad para refrigerar Ajuste de mezcla inapropiada Detonación o preencendido	Ajuste aletas refrigeración. Aumente velocidad. Ajuste la mezcla. Reduzca potencia, enriquezca la mezcla, aumente el flujo de refrigeración.
Temperatura de tapa de cilindros baja	Apertura excesiva de aleta refrigeración Mezcla excesivamente rica Largos planeos sin limpiar el motor	Ajuste aletas de refrigeración. Ajuste el control de mezcla. Limpie el motor lo suficiente para mantener la temperatura en el rango mínimo.
Amperímetro indicando descarga	Falla de dínamo o alternador	Corte el consumo eléctrico innecesario. Aterrice lo antes posible.
Medidor de carga indicando cero	Misma anterior	Misma anterior.
Rpm cambiantes y sobrevelocidad	Hélice defectuosa Motor defectuoso Governor de hélice defectuoso Tacómetro defectuoso Ajuste de mezcla inapropiada	Ajuste las rpm de hélice. Consulte mantenimiento. Ajuste el control de la hélice. Intente restaurar la operación normal. Consulte mantenimiento. Reajuste la mezcla para operación suave.
Pérdida de velocidad en crucero con presión de admisión y rpm constantes	Posible pérdida de uno o más cilindros	Aterrice lo antes posible.
Marcha áspera del motor	Ajuste de mezcla inapropiada Encendido o vávulas defectuosas Detonación o preencendido Fuga de aire de admisión Inyector de combustible tapado Excesiva presión o flujo de combustible	Ajuste la mezcla para operación suave. Consulte el personal de mantenimiento. Reduzca potencia, enriquezca la mezcla, abra aletas refrigeración para reducir temperatura de tapa cilindros. Aterrice lo antes posible. Reduzca potencia. Consulte mantenimiento. Misma anterior. Empobrezca la mezcla.
Pérdida de presión de combustible	Falla de bomba de combustible Falta de combustible	Encienda bomba auxiliar. Cambie de tanque, abra paso combustible.

puerta en vez de mantener el control del avión, puede dar lugar a una pérdida de control, aunque la circulación de aire por la puerta sea mínima.

En el caso de una apertura inadvertida de puerta en vuelo o en el despegue, el piloto debe adherirse a lo siguiente.

- Concéntrese en volar el avión. Particularmente en aviones monomotor y bimotor livianos; una puerta abierta en vuelo casi nunca compromete la capacidad de vuelo del avión. Puede haber algunos efectos de control, tales como alabeo y/o guiñada, pero en la mayoría de los casos éstos se pueden superar fácilmente.
- Si la puerta se abre después del despegue, no se apresure a aterrizar. Ascienda a la altitud de circuito de tránsito normal, vuele un circuito normal, y haga un aterrizaje normal.
- No suelte el cinturón de seguridad y arnés de hombro en un intento de alcanzar la puerta. Deje la puerta sola. Aterrice tan pronto como sea factible, y cierre la puerta una vez a salvo en tierra.
- Recuerde que la mayoría de las puertas no se quedarán totalmente abiertas. Por lo general, se abrirán, y luego quedarán parcialmente cerradas. Un deslizamiento hacia la puerta puede provocar que se abra más; un deslizamiento contrario a la puerta puede cerrarla.
- No entre en pánico. Trate de ignorar el ruido no familiar y la vibración. Además, no se apresure. El intento de llevar el avión a tierra lo más rápido posible puede resultar en virajes cerrados a baja altura.
- Complete todos los puntos de la lista de comprobación.
- Recuerde que los accidentes casi nunca son causados por una puerta abierta. Más bien, un accidente por puerta abierta es causado por la distracción del piloto o falla al mantener el control del avión.

VUELO INADVERTIDO DE CONDICIONES VFR A IMC

Generalidades

Incorporar un curso de instrucción básico de vuelo por instrumentos está más allá del alcance de este manual. Algunas licencias y/o habilitaciones de los pilotos requieren una instrucción en el vuelo por instrumentos y una demostración de las tareas específicas de vuelo por instrumentos en un examen práctico. El piloto debe recordar, sin embargo, que a menos que estas tareas se practiquen de manera continua y regular, la degradación de las habilidades comienza casi de inmediato. En muy poco tiempo, el nivel de confianza *asumido* por el piloto va a ser mucho más alto que el rendimiento real capaz de ser demostrado en caso de necesidad.

Las estadísticas de accidentes demuestran que el piloto que no ha sido entrenado en vuelo por instrumentos, o uno cuyas habilidades se han degradado, perderá el control del avión en unos 10 minutos una vez que se vean obligados a depender únicamente de referencia por instrumentos. El propósito de esta sección es proporcionar orientación sobre las medidas prácticas de emergencia para mantener el control del avión por un período limitado de tiempo en caso de que un piloto VFR se encuentra con condiciones IMC. El objetivo principal *no* es volar por instrumentos con precisión; más bien, es para ayudar al piloto VFR a mantener el avión bajo control adecuado hasta que se recuperan las referencias visuales adecuadas.

Los primeros pasos necesarios para sobrevivir a un encuentro con condiciones meteorológicas instrumentales (IMC) por un piloto VFR son:

- Reconocimiento y aceptación de la gravedad de la situación y la necesidad de una acción correctiva inmediata.
- Mantener el control del avión.
- Obtener la ayuda adecuada para conseguir llevar el avión a salvo a tierra.

Reconocimiento

Un piloto VFR está en condiciones IMC en el momento en que es incapaz de mantener el control de actitud del avión por referencia al horizonte natural, independientemente de las circunstancias o las condiciones meteorológicas reinantes. Además, el piloto VFR está, en efecto, en IMC en cualquier momento en que es inadvertidamente o intencionalmente por un período de tiempo indeterminado, incapaz de navegar o establecer la posición geográfica por referencia visual a puntos de referencia en la superficie. Estas situaciones deben ser aceptadas por el piloto como una verdadera emergencia, requiriendo una acción apropiada.

El piloto debe entender que a menos que esté entrenado, y calificado en el control de un avión por referencia exclusiva a los instrumentos de vuelo, no será capaz de hacerlo por un largo periodo de tiempo. Muchas horas de vuelo VFR usando el indicador de actitud como referencia para el control del avión pueden llevar a un piloto a una falsa sensación de seguridad basada en una sobreestimación de su

capacidad personal para controlar el avión por referencia exclusiva de instrumentos. En condiciones VFR, a pesar de que el piloto piensa que está controlando el avión por referencia a instrumentos, el piloto recibe también una visión general del horizonte natural y puede inconscientemente confiar en el más que en el indicador de actitud de cabina. Si el horizonte natural desapareciera de repente, el piloto por instrumento inexperto estaría sujeto a vértigo, desorientación espacial, y la pérdida inevitable del control.

Mantenimiento del control del avión

Una vez que el piloto reconoce y acepta la situación, debe entender que la única manera de controlar el avión con seguridad usando y confiando en los instrumentos de vuelo. Intentar controlar el avión *parcialmente*, por referencia a los instrumentos de vuelo mientras busca fuera de la cabina confirmación visual de la información proporcionada por esos instrumentos resultará en un control inadecuado del avión. Esto puede ser seguido por desorientación espacial y la pérdida total del control.

El punto más importante a destacar es que el piloto **no debe entrar en pánico.** La tarea puede parecer abrumadora, y la situación puede verse agravada por la aprensión extrema. Por ello, el piloto debe hacer un esfuerzo consciente para relajarse.

El piloto debe entender que la mayor preocupación (de hecho, la única preocupación en este punto) es mantener las alas niveladas. Un viraje o alabeo descontrolado por lo general conduce a dificultad en la consecución de los objetivos de cualquier condición de vuelo deseada. El piloto encontrará que un buen control del alabeo tiene el efecto de hacer control de cabeceo mucho más fácil.

El piloto debe recordar que una persona no puede sentir las presiones del control cuando toma los controles con mucha fuerza. Relajarse y aprender a "controlar con los ojos y el cerebro" en lugar de sólo con los músculos, usualmente toma un considerable esfuerzo consciente.

El piloto debe creer lo que muestran los instrumentos de vuelo relativo a la actitud de la aeronave, independientemente de lo que dicen los sentidos. El sentido vestibular (detección de movimiento por el oído interno) puede y va a confundir al piloto. Debido a la inercia, las áreas sensitivas del oído interno no pueden detectar pequeños cambios en la actitud del avión, ni tampoco pueden percibir con precisión los cambios de actitud que se producen a una velocidad uniforme durante un período de tiempo. Por otro lado, a menudo se generan *falsas* sensaciones, que llevan al piloto a creer que la actitud de la aeronave *ha* cambiado cuando, en realidad, no. Estas falsas sensaciones resultan en que el piloto experimenta desorientación espacial.

Control de actitud

Un avión es, por diseño, una plataforma inherentemente estable y, excepto en aire turbulento, mantendrá vuelo aproximadamente recto y nivelado si se compensa adecuadamente y se lo deja solo. Está diseñado para mantener un estado de equilibrio en cabeceo, alabeo y guiñada. El piloto debe tener en cuenta, sin embargo, que un cambio sobre un eje afectará a la estabilidad de los otros. El avión ligero típico exhibe una buena dosis de estabilidad en el eje de guiñada, un poco menos en el eje de cabeceo, y algo menos en el eje de alabeo. La clave para el control de actitud del avión en emergencia, por lo tanto, es:

- Compensar el avión con el compensador de elevador para que mantenga el vuelo nivelado sin manos a la velocidad de crucero.
- Resistir la tendencia a sobre controlar el avión. Vuele el indicador de actitud con el control con la punta de los dedos. No debe hacer cambios de actitud a menos que los instrumentos de vuelo indiquen una clara necesidad del cambio.
- Haga todos los cambios de actitud suaves y pequeños, pero con presión positiva. Recuerde que un pequeño cambio indicado en el horizonte artificial corresponde a un cambio proporcional mucho mayor en la actitud real del avión.
- Haga uso de todas las ayudas disponibles en el control de actitud, como el piloto automático o el nivelador de alas.

El instrumento primario para el control de actitud es el indicador de actitud. [Figura 16-11] Una vez que el avión se compensa para mantener el vuelo nivelado sin manos a velocidad de crucero, no necesita variar la velocidad hasta que el avión debe reducirla para el aterrizaje. Todos los virajes, ascensos y descensos pueden y se deben hacer a esta velocidad. El vuelo recto se mantiene teniendo las alas niveladas mediante "presión suave" en el control. Cualquier cambio de actitud de cabeceo se debe hacer usando no más de un ancho de barra hacia arriba o hacia abajo.

Virajes

Los virajes son quizás las maniobras más potencialmente peligrosas para el piloto sin instrucción en instrumentos por dos razones.

- La tendencia normal del piloto a sobre controlar, llevando a alabeos escarpados y la posibilidad de una "espiral."



Figura 16-11. Indicador de actitud.

- La incapacidad del piloto para hacer frente a la inestabilidad resultante del viraje.

Cuando se debe hacer un viraje, el piloto debe anticipar y lidiar con la inestabilidad relativa del eje de alabeo. Se debe usar el ángulo de alabeo práctico más pequeño; en todo caso no más de 10° de ángulo de alabeo. [Figura 16-12] Un alabeo suave sacará muy poca sustentación vertical de las alas resultando en



Figura 16-12. Viraje nivelado.

poca o ninguna desviación de altitud. Puede ser útil virar unos pocos grados y luego volver al vuelo nivelado, si se debe hacer un gran cambio de rumbo. Repita el proceso hasta que se alcanza el rumbo deseado. Este proceso puede aliviar el sobre alabeo progresivo que resulta de virajes prolongados.

Ascensos

Si es necesario un ascenso, el piloto debería elevar el avión en miniatura en el indicador de actitud no más de un ancho de barra y aplicar potencia. [Figura 16-13] El piloto no debe tratar de alcanzar una velocidad de ascenso específica, sino aceptar la velocidad que resulte. El objetivo es desviarse lo menos posible de la actitud de vuelo nivelado para perturbar el equilibrio del avión lo menos posible. Si el avión está correctamente compensado, asumirá por sí mismo una actitud de nariz arriba proporcional a la cantidad de potencia aplicada. El torque y el factor P harán que el avión tenga una tendencia a alabear y virar a la izquierda. Esto debe ser anticipado y compensado. Si la aplicación de potencia inicial resulta en un régimen de ascenso inadecuado, la potencia debe aumentarse en incrementos de 100 rpm o 1 pulgada de presión de admisión hasta que se alcance la velocidad de ascenso deseada. Rara vez es necesaria la potencia máxima disponible. Cuanta más potencia se use más tenderá el avión a alabear y virar a la izquierda. La reanudación del vuelo nivelado se realiza primero disminuyendo la



Figura 16-13. Ascenso nivelado.

actitud de cabeceo hasta nivelar el indicador de actitud mediante la presión lenta pero deliberada, permitiendo que la velocidad aumente a un valor cercano a la de crucero, y luego se disminuye la potencia.

Descensos

Los descensos son opuestos al procedimiento de ascenso si el avión se compensa correctamente para vuelo recto y nivelado sin manos. En esta configuración, el avión requiere una cierta cantidad de empuje para mantener la altitud. La actitud de cabeceo controla la velocidad. La potencia del motor, por lo tanto, (traducida en empuje por la hélice) mantiene la altitud seleccionada. Siguiendo una reducción de potencia, aunque insignificante, habrá una disminución casi imperceptible en la velocidad. Sin embargo, incluso un ligero cambio en la velocidad resulta en menos carga en la cola, con lo cual el peso de la nariz del avión produce un cabeceo hacia abajo lo suficiente para mantener la velocidad para la que fue compensado. El avión luego descenderá a un ritmo directamente proporcional a la cantidad de empuje que se ha quitado. Las reducciones de potencia deben hacerse en incrementos de 100 rpm o 1 pulgada de presión de admisión y el régimen de descenso resultante no debe superar los 500 pies por minuto. Las alas deben mantenerse niveladas en el indicador de actitud, y la actitud de cabeceo no debe exceder un ancho de barra por abajo del nivel. [Figura 16-14]



Figura 16-14. Descenso nivelado.

Maniobras combinadas

Las maniobras combinadas, tales como virajes en ascenso o descenso se deben evitar en lo posible por un piloto instrumental inexperto bajo el estrés de una situación de emergencia. Combinar maniobras sólo agravará los problemas encontrados en las maniobras individuales y aumentará el riesgo de pérdida de control. Recuerde que el objetivo es mantener el control del avión desviándose lo menos posible del vuelo recto y nivelado y manteniendo el equilibrio natural del avión lo más posible.

Cuando es asistido por los controladores de tránsito aéreo, el piloto puede sentir una urgencia cuando se le indica cambiar el rumbo y/o altitud. Este sentido de urgencia refleja una preocupación normal por la seguridad por parte del controlador. Pero el piloto no debe permitir que esto le impulse a intentar una maniobra que podría resultar en la pérdida de control.

Transición a vuelo visual

Una de las tareas más difíciles con las que un piloto por instrumentos capacitado y calificado debe lidiar es la transición desde vuelo instrumental a visual antes del aterrizaje. Para el piloto por instrumentos no entrenado, estas dificultades se magnifican.

Las dificultades se centran sobre la aclimatación y la orientación. En una aproximación por instrumentos el piloto entrenado debe preparar de antemano la transición a vuelo visual. El piloto debe tener una imagen mental de lo que espera ver una vez que se hizo la transición a vuelo visual y aclimatarse al nuevo ambiente rápidamente. La orientación geográfica debe comenzar antes de la transición visualizando dónde estará el avión en relación con el aeropuerto/pista cuando realice la transición de manera que la aproximación y el aterrizaje pueden ser completados por referencia visual al terreno.

En una situación ideal, la transición a vuelo visual se hace con tiempo, a una altura suficiente sobre el terreno, y a condiciones de visibilidad suficientes para la aclimatación y la orientación geográfica. Este, sin embargo, no es siempre el caso. El piloto no entrenado puede encontrar visibilidad limitada, terreno completamente desconocido, y altitud sobre el terreno tal que un circuito de tránsito "normal" y aproximación al aterrizaje no es posible. Además, el piloto estará muy probablemente bajo una considerable presión psicológica auto inducida para llevar el avión a tierra. El piloto debe tener esto en cuenta y, si es posible, dejar tiempo para aclimatarse y orientarse geográficamente antes de intentar una aproximación y aterrizaje, incluso si esto significa volar recto y nivelado por un tiempo o rodeando el aeropuerto. Esto es especialmente cierto por la noche.